



Juhani Huuhtanen

Kuntatason kasvihuonekaasupäästölaskentamallien vertailu

Diplomityö, joka on jätetty opinnäytteenä
tarkastettavaksi diplomi-insinöörin tutkintoa
varten.

Espoossa 23.1.2017

Valvoja: Professori Risto Lahdelma

Ohjaajat: Professori Jyri Seppälä ja maatalous- ja
metsätieteiden maisteri Olli-Pekka Pietiläinen

Tekijä Juhani Huuhtanen

Työn nimi Kuntatason kasvihuonekaasupäästölaskentamallien vertailu

Koulutusohjelma Energia- ja LVI-tekniikka

Pääaine Energiatekniikka

Koodi K3007

Työn valvoja Professori Risto Lahdelma

Työn ohjaaja(t) Professori Jyri Seppälä ja maatalous- ja metsätieteiden maisteri Olli-Pekka Pietiläinen

Päivämäärä 23.1.2017

Sivumäärä 67+15

Kieli suomi

Tiivistelmä

Valtiotason kasvihuonekaasuinventaarioiden laatimisperusteet ovat tarkasti määriteltäviä kansainvälisten sitoumusten kautta. Kuntien päästöinventaarit ovat sen sijaan vaihtelevia, ja laskelmia tekee moni toimija. Suomessa käytetyissä kuntien päästölaskentamenetelmissä on suuria eroja niin kattavuudessa kuin myös tietolähteissä ja metodiikassa. Tässä työssä vertailtiin Hinku-kuntien päästölaskentaa CO₂-raporttiin ja Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY:n päästölaskentaan sekä laskentaperusteiden että laskennan tulosten osalta.

Oleelliset laskentajärjestelmien erot ovat sähkönkulutuksen päästöissä ja fossiilisten polttoaineiden päästöissä. CO₂-raportti ei laske teollisuuden polttoainepäästöjä lainkaan, ja Hinku-laskennassa EU-päästökauppaan kuuluvien laitosten päästöt rajataan laskennan ulkopuolelle. Sähkönkulutukselle käytettävä sektorijako vaihtelee sen mukaan, lasketaanko lämmityssähkö erillään muusta sähkönkulutuksesta. Käytetyissä päästökertoimissa on eroja, ja lämmityssähkölle käytettävä korkeampi päästökerroin vastaavasti johtaa matalampaan päästökertoimeen muulle kulutukselle. Kaukolämmön päästöt lasketaan vertailluissa järjestelmissä samanlaisella menetelmällä, mutta muussa polttoainepäästöjen laskennassa on merkittävämpiä eroja. Hinku-laskennassa lasketaan yhtenä sektorina kaikki muu fossiilisten polttoaineiden kulutus, sisältäen teollisuuden, erillislämmityksen ja työkoneet. CO₂-raportti ja HSY erottelevat erillislämmityksen päästöt omaksi sektorikseen, ja HSY laskee lisäksi teollisuuden ja työkoneiden päästöt yhtenä sektorina. Liikenteen, maatalouden ja jätehuollon päästölaskennassa laskentaperusteiden erot todettiin nimellisesti vähäisiksi, mutta jätehuollon päästöjen erot tuloksissa ovat kuitenkin suuria.

Työssä löydettiin Hinku-laskentaa varten useita kehitysehdotuksia. Lämmityspäästöjen erottelu sekä sähkön että polttoaineiden osalta yhtenäistäisi laskentamenetelmiä ja helpottaisi päästöinventaarion tulkintaa ilmastotyön tueksi. Päästökauppateollisuuden sähkönkulutuksen arviointia ja polttoaineenkulutustietojen hankintaa pitäisi kehittää, sillä ne muodostavat Hinku-laskennassa suuria virhelähteitä. Olemassa olevien tietolähteiden perusteella liikenteen, maatalouden ja jätehuollon päästöt voidaan eritellä alasektoreihin, mikä parantaa tietojen informatiivisuutta. Toisaalta työssä todettiin, että kuntainventaarioiden eroista ja epätarkkuuksista ei voida päästä kokonaan eroon, ja siksi mahdollisimman suuri läpinäkyvyys ja tarkka dokumentaatio ovat oleellisia laskelmien tulosten parhaan mahdollisen tulkinnan kannalta.

Avainsanat Päästöinventaario, kasvihuonekaasut, päästölaskenta

Author Juhani Huuhtanen		
Title of thesis A comparison of municipal greenhouse gas emission inventory models		
Degree programme Energy and HVAC technology		
Major Energy technology		Code K3007
Thesis supervisor Professor Risto Lahdelma		
Thesis advisor(s) Professor Jyri Seppälä and Olli-Pekka Pietiläinen, M.Sc. (Env.Sc.)		
Date 23.1.2017	Number of pages 67+15	Language Finnish

Abstract

Contrary to national greenhouse gas inventories, municipal GHG inventories do not have unified methodologies. In this thesis, three Finnish municipal GHG inventory models were compared against each other. The compared models are Carbon Neutral Municipalities (Hinku), CO₂-report and Helsinki Region Environmental Services HSY. In the first part of the comparison, the calculation methods were compared and the second part compares the results of the models.

Most significant differences in the methods were found to be in the emissions of electricity consumption and fossil fuels. CO₂-report and HSY do differentiate electric heating from other consumption, heating having higher emission factor than other consumption, whereas in Hinku-method all consumption is calculated with the same emission factor and heating electricity is not calculated. District heating is included in similar manner in all systems, but other fossil fuel consumption is varying: CO₂-report and HSY have oil heating in separate emission sector, whereas Hinku-method sums all the fuel consumption in one emission sector. HSY additionally calculates emissions from industry and heavy machinery, whereas CO₂-report does not include industrial fuel use emissions. Transport, agriculture and waste management sectors have similar calculation methods in all compared systems, but waste emission results still have significant differences.

Based on this thesis, several improvement suggestions were found for Hinku-method. Separating heating from other consumption would improve both electricity and fossil fuel emission sectors by making the inventory model better compatible with other systems as well as making it easier to understand the sources of the emissions. Industries that are part of EU Emission Trading System form a significant margin of error in Hinku-method, and the data acquisition and estimation regarding their consumption should be improved. Transport, agriculture and waste management emissions can be divided into more informative subsectors based on the current data sources, thus improving their accuracy and making them more informative. However, it is important to realise that there will be a certain level of uncertainties and differences between inventory systems even after these improvements. Precise documentation and maximum level of transparency in the inventory ensures that the inventories will be as useful as possible.

Keywords Greenhouse gas, emission inventory

Alkusanat

Työn aiheeksi valikoitui luontevasti kuntien kasvihuonekaasuinventaarior, sillä työssäni Suomen ympäristökeskuksessa olen laatinut päästölaskelmia jo jonkin aikaa. Eri toimijoiden laskelmien erot tunnistettiin säännöllisesti esiin nousevaksi teemaksi, ja kattavalle vertailulle nähtiin selkeä tarve.

Tartuin työhön mielenkiinnolla, sillä todellinen kehittämistarve vaikutti hyvältä lähtökohdalta opinnäytetyölle. Erityisen motivoivalta tuntui ajatus siitä, että työn tuloksilla on mahdollisuus konkreettisesti hyödyttää Suomen kuntien ilmastotyötä. Työn tekeminen on syventänyt huomattavasti ymmärrystäni päästöinventaarioiden laatimisesta monella tasolla. Uskon, että tulosten perusteella kuntapäästöinventaarioita saadaan kehitettyä merkittävästi.

Valvojana toimi professori Risto Lahdelma, jota kiitän palautteesta ja myös opetuksesta – tähänkin työhön liittyvistä – tärkeistä aiheista opintojeni aikana.

Esitän kiitokset sekä työnantajalleni SYKelle että ympäristöministeriölle rahoituksesta työlle. Lisäksi kiitän HSY:n ilmastoasiantuntija Johannes Lounasheimoa avusta ja kuntien edustajia toimitetuista aineistoista, joihin vertailu perustuu.

Haluan kiittää työnantajaani työn mahdollistamisesta ja tukemisesta. Erityisesti ohjaajani Jyri Seppälä ja Olli-Pekka Pietiläinen ovat tukeneet minua erinomaisesti ja tarjonneet uusia näkökulmia ja kehitysehdotuksia työn aikana.

Viimeiseksi kiitän vaimoani Sannaa, joka on ollut korvaamaton kannustaja ja henkinen tuki diplomityöprosessin aikana.

Espoossa 23.1.2017

Juhani Huuhtanen

Sisällysluettelo

Tiivistelmä

Abstract

Alkusanat

Merkinnät

Lyhenteet

Symbolit

1	Johdanto	1
1.1	Tutkimuksen tausta	1
1.2	Tutkimusongelma	1
1.3	Työn tavoite ja aiheen rajausta	2
2	Ilmastonmuutoksen hillintä	3
2.1	Kasvihuonekaasut	3
2.2	Päästövähennystavoitteet ja kansainvälinen päästölaskenta	4
2.2.1	EU:n päästövähennystavoitteet	5
2.2.2	EU:n päästökauppajärjestelmä (ETS)	5
2.2.3	Taakanjakosektori	5
2.2.4	Maankäytön, maankäytön muutoksen ja metsätalouden (LULUCF) päästöt ..	6
2.2.5	Päästölaskennan yleiset periaatteet	7
2.2.6	Suomen virallinen päästöinventaario	7
2.3	Kuntien ilmastotyö ja päästölaskennan merkitys	9
2.3.1	ICLEI	9
2.3.2	C40 Cities –verkosto	10
2.3.3	Kuntien ilmastokampanja	10
2.3.4	Kohti hiilineutraalia kuntaa (Hinku)	10
3	Alueelliset päästölaskentamallit	11
3.1	Kasvener	11
3.1.1	Alkuperäinen Kasvener	11
3.1.2	Uusi Kasvener	12
3.2	Hinku-hankkeen päästölaskelmat	12
3.3	CO2-raportti	14
3.4	HSY: pääkaupunkiseudun päästölaskenta	15
3.5	Kansainvälinen GPC-laskentaohje	16
4	Mallien laskentaperusteiden vertailu	18
4.1	Sähkö (kulutusperusteinen päästölaskenta)	18
4.1.1	Sektorijaot ja tietolähteet	18

4.1.2	Päästökertoimet.....	20
4.1.3	Kuntalaskelmien suhde kansalliseen inventaarioon	23
4.2	Fossiiliset polttoaineet	24
4.2.1	Sektorijaot ja tietolähteet	24
4.2.2	Energiapäästöjen GPC-ohjeen vaatimustenmukaisuus.....	26
4.2.3	Fossiilisten polttoainepäästöjen kuntalaskelmien suhde kansalliseen inventaarioon	27
4.3	Liikenne	29
4.3.1	Liikenteen päästölaskennan GPC-ohjeen vaatimustenmukaisuus	30
4.4	Maatalous	31
4.4.1	Maatalouden päästölaskenta kansallisessa inventaariossa.....	31
4.4.2	Maatalouden päästölaskenta Kasvenerissa	32
4.4.3	Maatalouden päästölaskennan GPC-ohjeiden vaatimustenmukaisuus	33
4.5	Jätehuolto.....	33
4.5.1	Jätehuollon kuntapäästölaskelmien GPC-ohjeen vaatimustenmukaisuus	34
4.5.2	Jätehuollon kuntapäästölaskelmien suhde kansalliseen inventaarioon.....	35
4.6	Kuntalaskelmista puuttuvat päästösektorit	36
5	Laskelmien tulosten vertailu	37
5.1	Sähkö	37
5.1.1	Hinku-laskennan ja CO2-raportin sähkönkulutuksen päästöt	37
5.1.2	Hinku-laskennan ja HSY:n sähkönkulutuksen päästöt	39
5.2	Kaukolämpö	41
5.2.1	Hinku-laskennan ja CO2-raportin kaukolämpöpäästöt.....	41
5.2.2	Hinku-laskennan ja HSY:n kaukolämpöpäästöt	45
5.3	Muut fossiiliset polttoaineet	48
5.3.1	Hinku-laskennan ja CO2-raportin fossiiliset polttoaineet	48
5.3.2	Hinku-laskennan ja HSY:n fossiiliset polttoaineet	50
5.4	Tieliikenne	51
5.5	Maatalous	52
5.5.1	Kasvenerin ja CO2-raportin maatalouspäästöt	52
5.5.2	Kasvenerin ja HSY:n maatalouspäästöt.....	54
5.6	Jätehuolto.....	55
5.6.1	Kasvenerin ja CO2-raportin jätepäästöt.....	55
5.6.2	Kasvenerin ja HSY:n laskennan jätepäästöt	59
6	Johtopäätökset ja yhteenveto	60
6.1	GPC-ohje ja suomalaiset laskentajärjestelmät.....	61
6.2	Hinku-laskennan kehitysehdotukset	62

Lähdeluettelo	65
---------------------	----

Liitteet

Liite 1. Päästökaupan piiriin kuuluvat toiminnot

Liite 2. CO2-raportin päästöt Hinku-kunnissa

Liite 3. HSY:n pääkaupunkiseudun kuntien päästöt

Liite 4. Hinku-laskennan päästöt

Merkinnät

Lyhenteet

AFOLU	Agriculture, Forestry and Other Land Use, maa- ja metsätalous sekä muu maankäyttö –päästösektori GPC-laskentaohjeessa
C40	Cities Climate Leadership Group, kansainvälinen suurkaupunkien ilmastotyön yhteistyöverkosto
ET	Energiateollisuus ry
EU	Euroopan unioni
ETS	Emissions trading system, päästökauppajärjestelmä
F-kaasut	Fluoratut kasvihuonekaasut
GHGP	Greenhouse Gas Protocol, kansainvälinen kasvihuonekaasuinventaarioprotokolla
GPC	Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories, kaupunkien kasvihuonekaasupäästöinventarioiden laskentaohje
GWP	Global Warming Potential, ilmaston lämmityspotentiaali. Suhdeluku verrattuna hiilidioksidiin.
HINKU	Kohti hiilineutraalia kuntaa -hanke
HSY	Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä
ICLEI	Local Governments for Sustainability
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change, hallitustenvälinen ilmastomuutospaneeli
IPPU	Industrial Processes and Product Use, teollisuusprosessit ja tuotteiden käyttö -päästösektori IPCC- ja GPC-laskentaohjeissa
Kasvener	Kasvihuonekaasu- ja energiatasemalli kuntatason tarkasteluihin
KHK	Kasvihuonekaasu(t)
LIISA	Tieliikenteen laskentamalli, LIPASTOn osa
LIPASTO	Suomen liikenteen pakokaasupäästöjen ja energiankulutuksen laskentajärjestelmä
LULUCF	Land Use, Land-Use Change and Forestry, maankäyttö, maankäytön muutokset ja metsätalous -päästösektori
MEERI	Vesiliikenteen laskentamalli, LIPASTOn osa
RAILI	Raideliikenteen laskentamalli, LIPASTOn osa
RHR	Rakennus- ja huoneistorekisteri
SYKE	Suomen ympäristökeskus
TYKO	Työkoneiden päästömalli, LIPASTOn osa
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change, Yhdistyneiden kansakuntien ilmastomuutoskonventti
VTT	Teknologian tutkimuskeskus VTT (ent. Valtion teknillinen tutkimuskeskus)
YM	Ympäristöministeriö

Symbolit

CH ₄	metaani
CO	hiilimonoksidi (häkä)
CO ₂	hiilidioksidi
CO ₂ e	hiilidioksidiekvivalentti
HFC	fluorihiiilivedyt
N ₂ O	dityppioksidi (typpioksiduuli, ilokaasu)
NF ₃	typpitrifluoridi
NO _x	typpioksidit
PFC	perfluorihiiilivedyt
PM	pienhiukkaset
SF ₆	rikkiheksafluoridi
SO _x	rikkioksidit

1 Johdanto

1.1 Tutkimuksen tausta

Ihmisen toiminnasta aiheutuvan ilmastonmuutoksen hidastaminen ja pysäyttäminen on Yhdistyneiden kansakuntien ilmastonmuutoskonventti UNFCCC:n perimmäinen tavoite. Kasvihuonekaasujen pitoisuudet ilmakehässä tulee rajoittaa sellaiselle tasolle, etteivät ne aiheuta vaarallisia muutoksia ilmastoon. Teollistuneiden maiden - joihin Suomi kuuluu - tulee UNFCCC:n periaatteiden mukaisesti kantaa päävastuu päästöjen vähentämisestä, sillä ne ovat sekä nykyään että historiallisesti vastuussa suurimmasta osasta päästöjä. Teollisuusmailta edellytetään raportointia ilmastopolitiikasta ja päästövähennystoimista sekä inventaariota kasvihuonekaasupäästöistä perusvuodelta 1990 ja vuosittain siitä eteenpäin. (1.)

Ilmastonmuutoksen uhan kehittymisen seuranta edellyttää kasvihuonekaasupäästöjen arviointia, ja valtiotason päästöinventarioiden laatiminen on määriteltä kansainvälisellä tasolla yksityiskohtaisesti. Hallitustenvälinen ilmastonmuutospaneeli IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) on koostanut ja ylläpitää UNFCCC:n toimeksiannosta säännöstää kansallisten kasvihuonekaasupäästöinventarioiden laatimiseen. IPCC:n ohjeistus sisältää ohjeet kasvihuonekaasujen päästöjen vuosittaiseen raportointiin. (2.)

Monet valtiota pienemmät alueet (kuten kunnat, kaupungit, kaupunkialueet tai maakunnat) haluavat toimia vastuullisesti edelläkävijöinä ilmastonmuutoksen hillinnässä. Tällaisten edelläkävijöiden kansainvälisiä verkostoja ovat muun muassa suurkaupunkien C40 Cities Climate Leadership Group sekä ICLEI – Local Governments for Sustainability. Suomessa toimivia verkostoja ovat Hinku-kuntaverkosto ja Kuntien ilmastokampanja. Edelläkävijyyden tavoittelun taustalla on osin myös taloudellisia syitä: ilmastoystävälliset ratkaisut ovat globaalisti kasvava markkina-alue. Paikallinen edelläkävijyys edellyttää päästöseurantaa myös oman alueen tasolla, jotta oma vastuullinen toiminta voidaan todentaa.

1.2 Tutkimusongelma

Toisin kuin valtioiden päästöinventaariorissa, kuntien päästölaskennassa ei ole yhteneväistä metodiikkaa, vaan eri toimijat laativat inventaarioita omilla laskentasäännöillään. Tämän työn ensimmäinen tutkimusongelma on: mistä tekijöistä johtuvat erot eri toimijoiden laatimien kuntatason päästölaskelmien tulosten välillä?

Kuntakohtaisen päästölaskennan tavoitteena on tuottaa mahdollisimman käyttökelpoista tietoa niin kuntien itsensä kuin myös muiden toimijoiden tarpeisiin. Toisena tutkimuskysymyksenä tässä työssä on: miten kuntien kasvihuonekaasupäästölaskelmat pitäisi laatia, jotta tulokset olisivat mahdollisimman tarkkoja, oikeudenmukaisia ja päästövähennyksiin kannustavia?

1.3 Työn tavoite ja aiheen raja

Tämän työn tavoitteena on selvittää syyt kuntatason eri päästölaskelmien tuloksien eroille sekä löytää parhaita käytäntöjä kuntatason päästölaskelmien yhdenmukaistamiseksi ja kehittämiseksi.

Parhaiden käytäntöjen yhteydessä tutkitaan, onko laskentaperiaatteita tai sektorijakoa uudelleen tarkastelemalla mahdollista löytää oikeudenmukaisempia tapoja laatia kuntatason päästöinventaarioita. Tavoitteena on löytää erityisesti Hinku-hankkeen tarpeisiin hyviä käytäntöjä päästölaskelmiin, joko parantamaan laskentatarkkuutta tai kehittämään oikeudenmukaisuutta ja kannustavuutta.

Suomen kansallinen kasvihuonekaasupäästöinventaario tarjoaa tämän työn tarpeisiin objektiivisen perustason, johon kuntatason eri laskelmia verrataan kattavuudeltaan ja tuloksiltaan. Lisäksi kuntapäästölaskentajärjestelmien laskentaperiaatteita verrataan GHGP GPC-laskentaohjeisiin (Greenhouse Gas Protocol: Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories) kansainvälisen vertailukelpoisuuden arvioimiseksi.

Työstä on rajattu pois erilaiset elinkaaripohjaiset päästötarkastelut, joissa päästöinventaarioon sisällytetään esimerkiksi polttoaineiden tuotannon päästöjä. Elinkaaripäästöjä ei oteta huomioon valtiotason päästöinventaarioissa, ja aluetason päästölaskenta noudattaa pitkälti samoja metodeja. Työssä ei tarkastella maankäytön, maankäytön muutoksen ja metsätalouden (LULUCF-sektori) päästöjä, sillä ne eivät ole toistaiseksi olleet mukana EU:n päästövähennystavoitteissa. Tämän työn käsittelemät laskentamallit tuottavat kuntatason päästöinventaarioita, ja vaikka kuntainventaarioita yhteen laskemalla voidaan tuottaa esimerkiksi maakuntatason inventaarioita, ei tämä työ ota kantaa muiden aluerajausten päästölaskentaan.

2 Ilmastomuutoksen hillintä

Tässä luvussa esitellään työn taustalla oleva teoriapohja. Kasvihuonekaasupäästöjen seurannan kannalta on oleellista tunnistaa, mitkä kaasut ovat ilmastoon kannalta merkittäviä ja mistä lähteistä näitä kaasuja pääsee ilmakehään. Luvussa esitellään lisäksi päästöjen vähennystavoitteita kansainvälisellä ja kansallisella tasolla sekä päästöinventaarioiden yleisiä periaatteita.

Yhdistyneiden kansakuntien ilmastomuutoskonventti UNFCCC:n mukaan on kiistatonta, että kasvihuonekaasujen pitoisuudet ilmakehässä ovat yhteydessä globaaliin keskilämpötilaan. Nämä pitoisuudet ovat olleet jatkuvassa nousussa teollisesta vallankumouksesta lähtien, samoin kuin globaali keskilämpötila. Kasvihuonekaasuista suurin pitoisuus ilmakehässä on hiilidioksidilla, joka on fossiilisten polttoaineiden palamistuote. (3.)

Vaikka kasvihuoneilmiö on välttämättömyys elämälle maapallolla, viimeisen puolentoista vuosisadan teollinen toiminta on nostanut kasvihuonekaasujen päästöjä niin, että ajanjaksolla 1880–2012 maapallon keskilämpötila on noussut 0,85 °C. Lämpötilan nousun aiheuttamia uhkia ovat ruoantuotannon ja vesihuollon vaikeutuminen, merenpinnan nousu jäätiköiden sulassa, äärimmäisten sääilmiöiden yleistyminen sekä ekosysteemien ja biodiversiteetin vaarantuminen. (3.)

Ilmakehän kasvihuonekaasutaseeseen vaikuttavat sekä luonnolliset lähteet että ihmisperäinen toiminta. Kasvihuonekaasujen pitoisuuksien muutokset ilmakehässä ovat yhteydessä ilmastomuutokseen siten, että pitoisuuksien kasvu lisää säteilypakotetta. Tällöin suurempi osa auringon säteilyenergiasta jää ilmakehään aiheuttaen globaalia ilmaston lämpenemistä. Ihmisen toiminnasta aiheutuvista kasvihuonekaasuista merkittävimpiä ovat hiilidioksidi CO₂, metaani CH₄, dityppioksidi N₂O sekä erilaiset organohalogenit (otsonikerrosta heikentävät kaasut ja niiden korvaajat). (4 s. 13-14.)

2.1 Kasvihuonekaasut

Kasvihuonekaasuilla tarkoitetaan niitä ilmakehän kaasumaisia komponentteja, jotka absorboivat ja säteilevät lämpösäteilyä, aiheuttaen kasvihuoneilmiön. Kasvihuoneilmiö viittaa ilmakehän ominaisuuteen sitoa ja heijastaa maapallon lämpösäteilyä, jolloin ilmakehän lämpötila pysyy korkeampana kuin se olisi ilman kasvihuonekaasujen vaikutusta. Kasvihuonekaasujen pitoisuuden kasvaminen voimistaa ilmiötä aiheuttaen näin ilmaston lämpenemistä. Merkittävimmat kasvihuonekaasut ovat vesihöyry, hiilidioksidi, dityppioksidi, metaani ja otsoni. Lisäksi ilmakehässä on myös kasvihuonekaasuja jotka ovat kokonaisuudessaan ihmisen toiminnasta peräisin. (5 s. 1455.)

UNFCCC edellyttää kansallisilta inventaarioilta seuraavien kaasujen raportointia (6):

- hiilidioksidi CO₂
- metaani CH₄
- dityppioksidi N₂O
- HFC-yhdisteet
- PFC-yhdisteet
- rikkiheksafluoridi SF₆
- typpitrifluoridi NF₃

Vesihöyry on kasvihuonekaasuista merkittävin, mutta sen pitoisuuksiin ilmakehässä ihmisen toiminnalla on häviävän pieni vaikutus. Muita luonnollisia kasvihuonekaasuja ilmakehässä ovat hiilidioksidi, metaani ja dityppioksidi. Toisin kuin vesihöyryyn, ihmisen toiminnalla on ollut merkittävä vaikutus ilmakehän hiilidioksidin, metaanin ja dityppioksidin pitoisuuksiin teollisesta vallankumouksesta lähtien. (4.)

Hiilidioksidi CO_2 on ihmisen toiminnasta johtuvista kasvihuonekaasuista merkittävin. Hiilidioksidin ihmisperäisiä lähteitä ovat hiiltä sisältävien polttoaineiden (sekä fossiiliset polttoaineet että biomassat) palamisprosessit, maankäytön muutokset sekä tietyt teolliset prosessit. Hiilidioksidia käytetään yleisesti kasvihuoneilmiön referenssikaasuna, johon muita kaasuja verrataan. Siten hiilidioksidin GWP (Global Warming Potential) -kerroin on 1. (5 s. 1449.)

Metaani CH_4 on yksinkertainen hiilivety, joka on tärkeimpien ihmisperäisten kasvihuonekaasujen joukossa. Metaanipäästöjä ihmisen toiminnasta syntyy maataloudessa ja hiilivetyperäisten polttoaineiden palamisessa. (5 s. 1458.) Tällä hetkellä kasvihuonekaasujen raportoinnissa käytetään IPCC:n neljännen arviointiraportin GWP-kertoimia vuodelta 2007: metaanille on määritetty 100 vuoden GWP-kertoimeksi 25 eli sen lämmittävä vaikutus 100 vuoden ajanjaksolla on 25-kertainen hiilidioksidiin verrattuna (7 s. 15).

Dityppioksidi N_2O eli ilokaasu on tärkeimpien ihmisperäisten kasvihuonekaasujen joukossa. Pääosa sen päästöistä syntyy maataloudessa, mutta muita ihmisperäisiä päästölähteitä ovat jätevedenkäsittely, polttoprosessit ja teollisuusprosessit. (5 s. 1458.) Dityppioksidin GWP-kerroin IPCC:n neljännen arviointiraportin mukaisesti on 298 (7 s. 15).

Fluorattuja kasvihuonekaasuja (nk. F-kaasut) ovat HFC- ja PFC-yhdisteet, SF_6 sekä NF_3 . Niiden pitoisuudet ilmakehässä ja osuudet päästöistä ovat hyvin pieniä verrattuna merkittävämpiin kasvihuonekaasuihin, mutta vastaavasti niiden GWP-kertoimet ovat suuria, kaasusta riippuen välillä 12–22800. (7 s. 14.) Näiden kaasujen päästöt liittyvät teollisuusprosesseihin ja tuotteiden käyttöön, ja valtaosa niiden päästöistä on peräisin kylmä- ja ilmastointilaitteista (7 s. 18).

Typpitrifluoridi NF_3 ei ole alkuperäisen Kioton protokollan vaatimusten mukaan raportoitava kaasu (8 s. 50), vaan sen raportointivelvoite alkoi protokollan toiselta raportointikaudelta vuonna 2012 (6). Suomen päästöjen osalta NF_3 on lähes merkityksetön kaasu: käyttöä on ollut ainoastaan vuonna 2003, ja silloinkin määrä on todettu merkityksettömän pieneksi (9 s. 491).

2.2 Päästövähennystavoitteet ja kansainvälinen päästölaskenta

Tässä luvussa esitellään kansainvälinen tausta päästövähennystavoitteille ja päästölaskennalle. Vaikka sitovat tavoitteet ja kansainvälisesti vakiintuneet menetelmät ovat valtioita koskevia, eivätkä suoranaisesti liity kuntien päästöihin, ne muodostavat kuitenkin taustan, joka vaikuttaa oleellisesti alueelliseen ilmastotyöhön. Kuntatason päästölaskentamenetelmät noudattavat soveltuvin osin kansallisen laskennan menetelmiä ja kunnat muodostavat koko maata yksityiskohtaisemman tarkastelutason.

2.2.1 EU:n päästövähennystavoitteet

EU:n yhteinen ilmastopolitiikka asettaa jäsenvaltioille kasvihuonekaasujen vähennystavoitteita. Vuonna 2014 hyväksytyt vuodelle 2030 asetetut sitovat tavoitteet edellyttävät 40 % päästövähennystä vuoden 1990 tasosta. Pidemmän aikavälin tavoite on saavuttaa 80–95 % päästövähennys vuoteen 2050 mennessä muiden teollisuusmaiden kanssa. Päästövähennystavoitteen ohella tavoitteena on saavuttaa 27 % uusiutuvan energian osuus ja 27 % energiatehokkuuden parantuminen vuoteen 2030 mennessä. (10.)

Päästövähennystavoite jakautuu tavoitteeseen EU-laajuisessa päästökaupassa (ETS) ja jäsenmaakohtaisiin päästökauppasektorin ulkopuolisiin päästöihin kohdistuviin tavoitteisiin. Päästökaupan vähennystavoite on 43 % vuoteen 2030 mennessä vuoden 2005 tasosta (10). Päästökaupan ulkopuolisiin päästöihin, niin kutsuttuun taakanjakosektoriin, kohdistuva vähennystavoite on koko EU:n tasolla 30 %. Tämä tavoite jakautuu jäsenmaakohtaisiin vähennystavoitteisiin, joiden määrittelyssä on otettu huomioon jäsenmaiden taloudelliset erot. Rikkaampien maiden vähennystavoitteet ovat oikeudenmukaisuuden nimissä kunnianhimoisempia, sillä niillä ajatellaan olevan paremmat edellytykset saavuttaa suurempia päästövähennyksiä. Maakohtaiset vähennystavoitteet vaihtelevat 0 prosentista (Bulgaria) 40 prosenttiin (Luxemburg ja Ruotsi). Suomen taakanjakosektorin päästövähennystavoite on 39 %. (11.)

2.2.2 EU:n päästökauppajärjestelmä (ETS)

EU:n päästökaupan tavoitteena on kasvihuonekaasupäästöjen seuraaminen ja vähentäminen kustannustehokkaasti. EU:n sisäinen päästökauppa alkoi vuoden 2005 alussa. Suomessa Energiavirasto on viranomainen, joka myöntää laitosten päästöluvat, ylläpitää päästökaupparekisteriä ja huutokauppaa päästöoikeudet. Päästökauppalaki määrittää, mitkä laitokset kuuluvat päästökaupan piiriin (12).

Päästökauppaan kuuluvat laitokset tarvitsevat päästöoikeuksia vastaavan määrän kuin niiden vuotuiset kasvihuonekaasupäästöt. Osa päästöoikeuksista jaetaan laitoksille ilmaiseksi ja loput huutokaupataan. Päästöoikeuksien kokonaismäärä laskee vuodesta 2013 eteenpäin lineaarisesti 1,74 % vuosittain. Ilmaisjaettavien päästöoikeuksien määrä vähenee vuosittain lineaarisesti siten, että vuonna 2020 jaetaan ilmaisjaossa 30 % oikeuksista, kun vuonna 2013 ilmaisjaossa oli 80 % oikeuksista. Sähköntuotannolle ei jaeta ilmaisia päästöoikeuksia vuodesta 2013 alkaen. (13.)

Päästökauppalain (13) määrittelemät päästökauppaan kuuluvat toiminnot on kokonaisuudessaan lueteltu liitteessä 1. Lukumääräisesti suurin osa Suomen noin 600 päästökauppalaitoksesta on sähköä ja/tai lämpöä tuottavia polttolaitoksia, joiden nimellinen kokonaislämpöteho on yli 20 MW, tai niiden kanssa samaan kaukolämpöverkkoon liitettyjä pienempiä polttolaitoksia (14).

2.2.3 Taakanjakosektori

Päästökauppajärjestelmän piiriin kuulumattomia kasvihuonekaasupäästöjä kutsutaan taakanjakosektorin päästöiksi. Taakanjakosektorin merkittävimmät päästölähteet ovat liikenne, rakennusten erillislämmitys, jätehuolto ja maatalous (15).

Suomen päästöt vuonna 2014 olivat yhteensä 59,1 MtCO₂e (9 s. 10). Tästä päästökaupan ulkopuolisia päästöjä, eli taakanjakosektoria, oli 30,3 MtCO₂e, eli 51 % kokonaispäästöistä (9 s. 14).

EU:n ilmastopolitiikassa taakanjakosektorin päästöille on määritelty jäsenmaakohtaiset vähennystavoitteet, ja tätä kautta taakanjakosektorin päästöt ovat niitä, joihin pyritään vaikuttamaan kansallisilla ohjauskeinoilla. Merkittävin osa-alue taakanjakosektorin päästöissä on liikenne, jonka osuus Suomessa on 37 % (16).

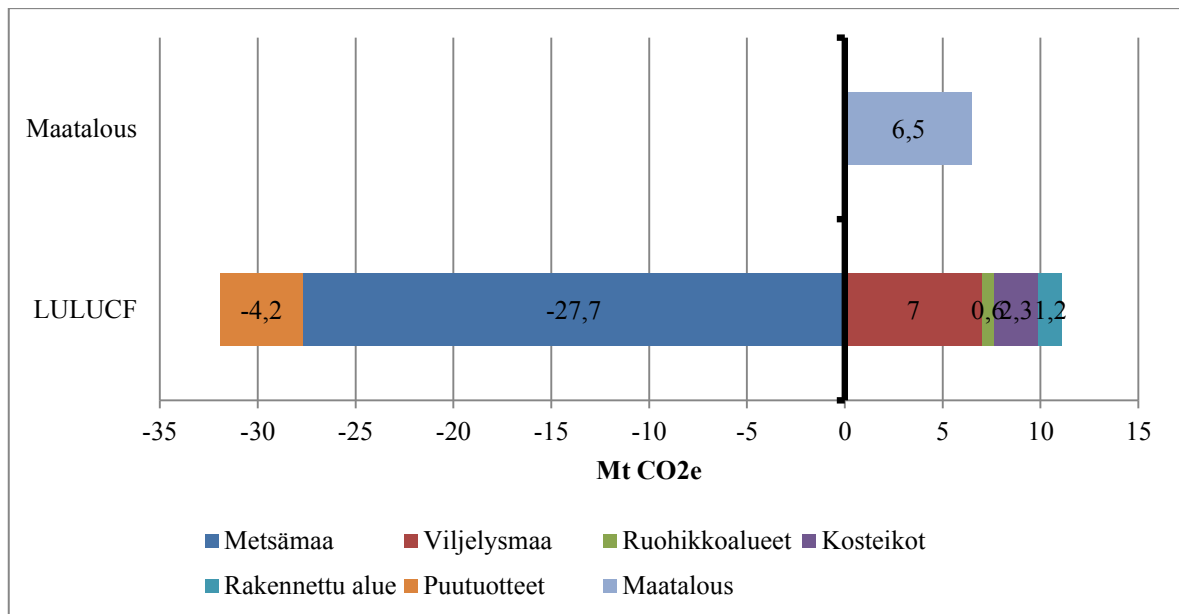
Taakanjakosektorin päästöjen suhteen kuntataso on koko maan inventaarion ohella merkittävä tarkastelun taso, jolla voidaan tarkentaa arvioita ilmastopolitiikan ja erilaisten tulevaisuusskenaarioiden vaikutuksista päästöihin. Myös kansallisessa energia- ja ilmastostrategiassa edellytetään kunnilta aktiivista otetta ilmastotyöhön ja päästövähennyksiin. (16 s. 53.)

2.2.4 Maankäytön, maankäytön muutoksen ja metsätalouden (LULUCF) päästöt

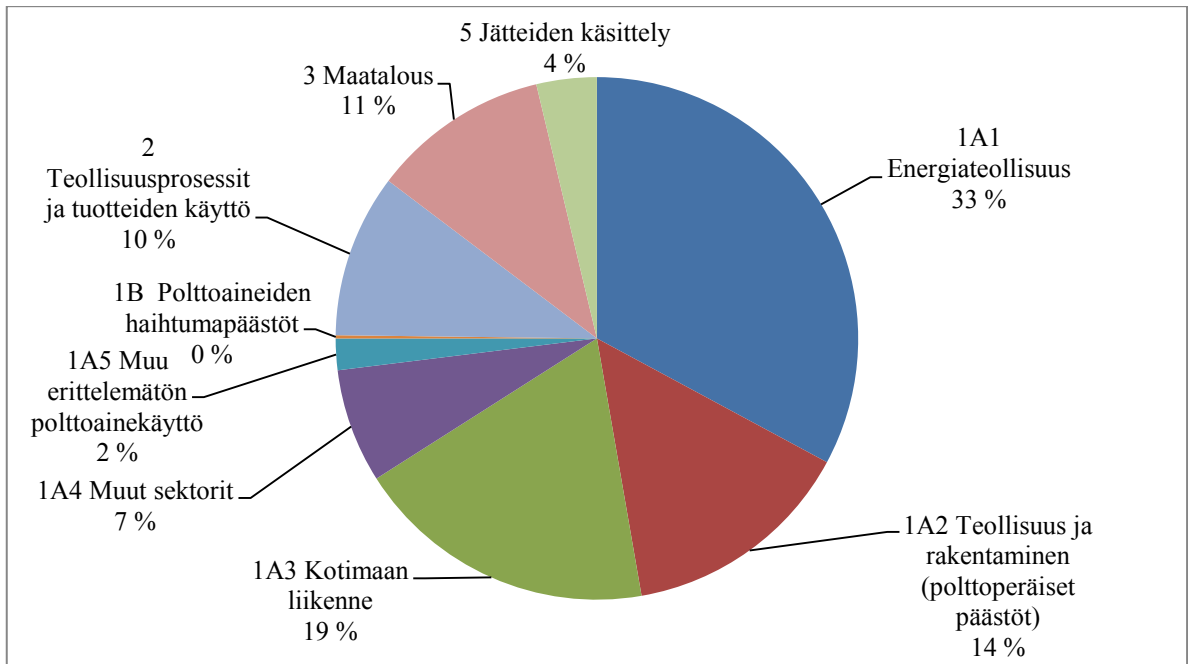
Tässä työssä ei käsitellä LULUCF-sektorin laskentaa, mutta koska osa maatalouteen liittyvistä päästöistä raportoidaan LULUCF-sektorissa ja osa taakanjakosektorissa, on tarpeen esitellä sektori lyhyesti.

Maankäytön, maankäytön muutoksen ja metsätalouden sektorilla raportoidaan sekä KHK-päästöjä että –poistumia. Hiilidioksidin sitoutuminen ilmakehästä kasveihin luetaan LULUCF-sektorin hiilinieluksi, eli negatiiviseksi päästöksi. Suomen osalta LULUCF-sektorilla nettovaikutus on negatiivinen, eli nielut ovat päästölähteitä suuremmat jolloin poistumia on enemmän kuin päästöjä. (7 s. 35.)

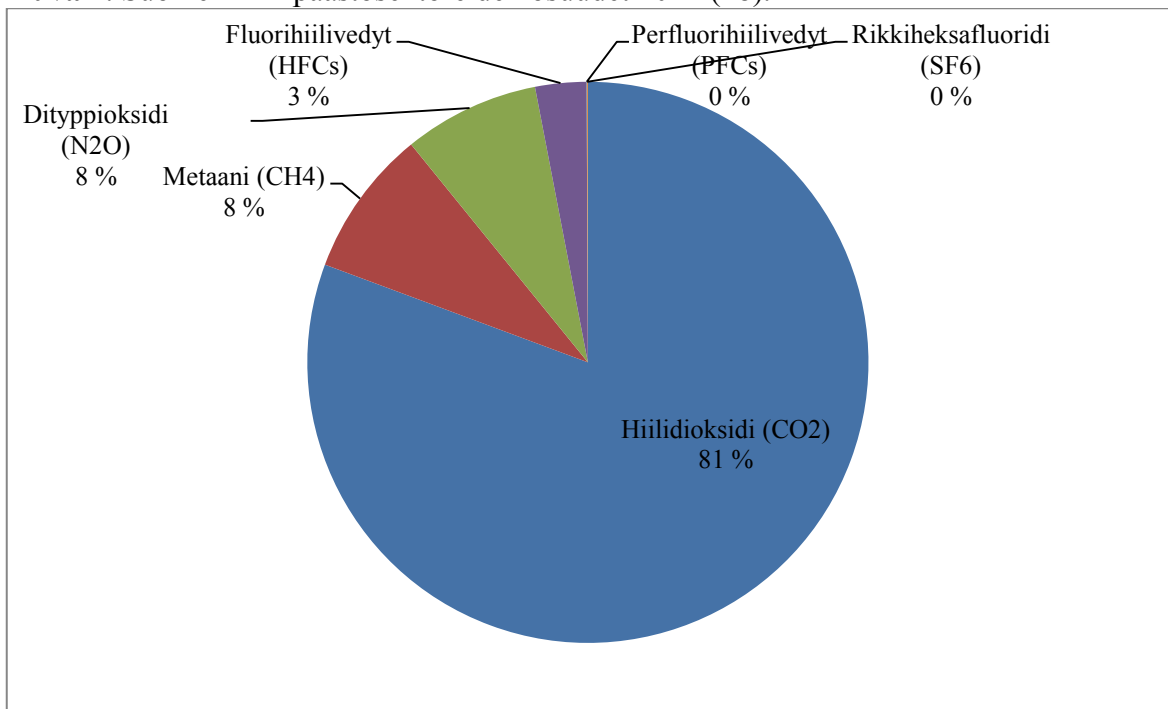
LULUCF-raportoinnissa Suomi jaetaan metsämaahan, viljelysmaahan, ruohikkoalueisiin, kosteikkoihin ja rakennettuun alueeseen, ja lisäksi seurataan puutuotteiden päästöjä. Suurimmat päästöt ovat lähtöisin viljelysmaista, ennen kaikkea eloperäisiltä mailta. Kuva 1 havainnollistaa Suomen tilanteen LULUCF-sektorin päästöjen ja nielujen sekä maatalouspäästöjen suhteen. LULUCF-sektorilla raportoitavien viljelysmaiden päästöt ovat samaa suuruusluokkaa kuin taakanjakosektorissa raportoitavat maatalouspäästöt.



alajaon mukaisesti, ja yhdessä ne muodostavat 75 % Suomen päästöistä. Kuva 3 esittelee eri kaasujen suhteelliset osuudet. Hiilidioksidi on kasvihuonekaasuista merkittävin yli 80 % osuudella, ja hiilidioksidi, metaani sekä dityppioksidi yhdessä muodostavat 97 % Suomen kasvihuonekaasupäästöistä.



Kuva 2. Suomen khk-päästösektoreiden osuudet 2014 (18).



Kuva 3. Suomen KHK-päästöt kaasuittain hiilidioksidiekvivalenteina 2014 (18).

Kansallisen päästöinventaarion sektorijako on kansainvälisten sopimusten velvoittama, ja sisältää hyvin erisuuruisia päästösektoreita: esimerkiksi polttoaineiden haihtumapäästöjen osuus kokonaispäästöistä on vain 0,2 %, kun energiateollisuuden päästöt kattavat 32,9 % inventaariosta. Kansallinen päästöinventaarior koostuu seuraavista sektoreista (9):

- Energiateollisuus
 - Polttoaineiden polttaminen energiantuotannossa (sähkö ja lämpö)
- Teollisuus ja rakentaminen
 - Polttoaineiden polttaminen teollisuudessa ja rakentamisessa
 - Työkoneet teollisuudessa ja rakentamisessa
- Kotimaan liikenne
 - Tieliikenne, rautatieliikenne, vesiliikenne, lentoliikenne
- Muut sektorit
 - Työkoneet maa-, metsä- ja kalataloudessa sekä muualla teollisuuden ja rakentamisen ulkopuolella
 - Polttoaineiden poltto asuin-, liike- ja julkisissa rakennuksissa (erillislämmitys)
- Muu erittelemätön polttoainekäyttö
 - Puolustusvoimien polttoainekäyttö
 - Muu polttoaineiden kulutus
 - Polttoaineiden tilastokorjaukset
- Polttoaineiden haihtumapäästöt
 - Kiinteiden (näitä ei Suomessa), nestemäisten ja kaasumaisten polttoaineiden haihtumapäästöt varastoinnissa, kuljetuksessa ja käytössä
 - Soihutupoltto öljynjalostuksessa ja kemianteollisuudessa
- Teollisuusprosessit ja tuotteiden käyttö
 - Sementin, lasin ja kalkin valmistus
 - Typpihapon, fosforihapon ja vedyn valmistus
 - Metalliteollisuuden päästöt (koksaus)
 - Otsonikerrosta heikentävien kaasujen korvikkeet (F-kaasut)
- Maatalous
 - Eläinten ruoansulatus, lannankäsittely, maatalousmaat, kasvintähteiden poltto, kalkitus, urean levitys
- Jätteiden käsittely
 - Kiinteiden jätteiden kaatopaikkasijoitus ja biologinen käsittely, jätevesien puhdistus
- LULUCF (maankäyttö, maankäytön muutos ja metsätalous)

2.3 Kuntien ilmastotyö ja päästölaskennan merkitys

Tässä luvussa esitellään kuntien ilmastotyötä verkostoineen ja taustaa sille, mihin tarpeisiin kuntatason päästöinventaarioita laaditaan. Kuntien ilmastotyölle ei ole samanlaista kansainvälisistä sopimuksista pohjaavaa kehikkoa sitoville tavoitteille kuin kansallisella tasolla. Kuitenkin maakohtaiset päästövähennystavoitteet osaltaan heijastuvat kuntiin, ja kunnat yhdessä toisaalta muodostavat koko valtion. Kunnilla on ilmastotyön edelläkävijyydelle erilaisia motivaattoreita, kuten imago- ja elinkeinopoliittiset syyt. Kuntatason päästölaskenta osaltaan todentaa paikallisen toiminnan vastuullisuuden ja alueellisen edelläkävijyyden.

2.3.1 ICLEI

ICLEI on globaali verkosto, johon kuuluu yli 1000 kaupunkia tai muuta paikallishallinnon yksikköä. Se toimii kaupunkien kestävä kehityksen edunvalvontajärjestönä, edistää kestävyyttä ja tarjoaa informaatiota sekä työkaluja kestävä kehityksen tueksi (19).

ICLEI:n jäseniä Suomessa ovat Kuntaliitto, sekä 13 suomalaista kaupunkia (Espoo, Hämeenlinna, Helsinki, Jyväskylä, Kuopio, Lahti, Maarianhamina, Oulu, Pori, Riihimäki, Tampere, Turku sekä Vantaa) (20).

2.3.2 C40 Cities –verkosto

C40 on maailmanlaajuinen suurten kaupunkien ilmastotyön verkosto. Se on perustettu vuonna 2005 ja nykyään verkostoon kuuluu yli 80 suurkaupunkia ja sitä kautta yli 600 miljoonaa ihmistä ja 25 % maailman bruttokansantuotteesta. C40-verkoston tavoitteena on fasilitoida yhteistyötä verkoston jäsenten välillä ilmastotyön edistämiseksi. C40-verkosto on ICLEI:n ohella osallistunut aluepäästöinventaario-ohje GPC:n kehittämiseen. (21.)

2.3.3 Kuntien ilmastokampanja

Kuntien ilmastokampanja on Kuntaliiton vuonna 1997 käynnistämä kampanja, joka edistää ilmastotyötä järjestämällä tilaisuuksia ja tarjoamalla ajankohtaista tietoa (22). Se on osana ICLEI-verkoston Cities for Climate Protection -kampanjaa. Ilmastokampanja edellyttää kunnilta alueen kasvihuonekaasupäästöjen kartoitusta ja vähentämistavoitteiden sekä vähennyssuunnitelman asettamista ja toimeenpanoa. Kunnat saavat kuitenkin itse asettaa päästövähennystavoitteensa. (23.)

Kuntaliitto on teettänyt Suomen ympäristökeskuksella kuntien ilmastokampanjan työkaluksi Kasvener-mallin, Excel-pohjaisen päästö- ja energiataselaskentatyökalun kunnille (24).

2.3.4 Kohti hiilineutraalia kuntaa (Hinku)

Kohti hiilineutraalia kuntaa (Hinku) on vuonna 2008 Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) koordinoimana alkanut hanke, jossa mukana olevat kunnat ovat sitoutuneet tavoittelemaan 80 prosentin vähennystä vuoden 2007 kasvihuonekaasupäästöjen tasosta. Hankkeessa toimivat yhteistyössä kunnat, asukkaat, yritykset ja asiantuntijat, ja tavoitteena on levittää ilmastomuutoksen hillinnän parhaita käytäntöjä. (25.)

Hinku-kuntaverkosto on laajentunut hankkeen aikana huomattavasti: alussa hanke käynnistyi viidessä kunnassa, vuonna 2016 kuntia on mukana yhteensä 33 kappaletta. Tämä vastaa noin 11 % Suomen kunnista (313 kuntaa vuonna 2016). Hinku-kuntien asukasluku vuonna 2016 on noin 630 000, joka vastaa 11 % Suomen väestöstä. Mukana on suomalaisessa mittakaavassa kaikenkokoisia kuntia: asukasluvultaan pienimpiä ovat 2300 asukkaan Kuhmoinen ja Valtimo, suurimpia maakuntakeskukset Joensuu (75600 as.), Lappeenranta (73000 as.) ja Pori (85400 as.). (26.)

Hankkeessa rohkaistaan kuntia seuraamaan kasvihuonekaasupäästöjen kehitystä soveltuvilla mittareilla. Suomen ympäristökeskus laskee Hinku-kunnille yhtenevällä menetelmällä vuosittaisia päästöjä. Osa kunnista tilaa lisäksi päästölaskentaa CO2-raportti-palvelusta ja joissakin kunnissa käytetään Kasvener-mallia kuntatason päästöinventaarioissa. (27.)

3 Alueelliset päästölaskentamallit

Tässä luvussa esitellään työssä vertailtavat päästölaskentamallit. Alaluvuissa avataan mallien taustat ja käyttäjät sekä kuvaillaan yleispiirteet malleissa käytetystä laskennasta. Suomessa tyypillisesti päästölaskennan alueyksikkönä käytetään kuntaa.

3.1 Kasvener

Kuntatason kasvihuonekaasu- ja energiatasemalli Kasvener on laskentamalli alueellisten kasvihuonekaasupäästöjen arviointiin. Suomen ympäristökeskus on kehittänyt sen Kuntaliiton toimeksiannosta kuntien ilmastokampanjan työkaluksi. Mallin päivittäminen aloitettiin vuonna 2011 ja hankkeen piti alkuperäisen suunnitelman mukaan valmistua vuonna 2013. Keskeisiä muutoskohteita päivityksessä ovat kansallisen laskennan ja tilastoinnin muutosten päivittäminen malliin sekä lämmön ja sähkön yhteistuotannolle vaihtoehtoisen jakamisen menetelmän lisääminen. Alkuperäinen malli käytti yhteistuotannon jakamiseen energiamenetelmää, ja uusittu versio hyödynjakomenetelmää. (24.)

3.1.1 Alkuperäinen Kasvener

Kasvenerin alkuperäinen, Excel-pohjainen versio on päivitetty viimeksi vuonna 2007. Malli on tarkoitettu yksittäisen kunnan vuotuisen kasvihuonekaasupäästöjen, energiantuotannon ja energiankulutuksen laskemiseen. Varsinaisten kasvihuonekaasujen lisäksi malli laskee myös ilmanlaatuun vaikuttavia päästöjä ja välillisiä kasvihuonekaasuja energiasektorilta (hiilimonoksidi CO, hiukkaset, rikkidioksidi SO₂, typen oksidit NO_x). Laskettavat kasvihuonekaasut ovat hiilidioksidi CO₂, metaani CH₄ ja dityppioksidi N₂O, kun taas Kiiton sopimuksessa olevia muita kasvihuonekaasuja (rikkiheksafluoridi SF₆, fluorihilivedyt HFC, perfluorivedyt PFC) Kasvenerin laskentaan ei sisälly kuntakohtaisten päästötietojen puuttuessa. (28.)

Kasvener-malli ei itsessään sisällä päästölaskennassa käytettäviä aktiviteettitietoja, vaan mallin 95 Excel-taulusta 16 taulua käytetään lähtötietojen syöttämiseen. Mallin ohje opastaa tietojen hakemiseen oikeista tilastoista.

Kasvener laskee kunnan päästöt sekä tuotantoperusteisesti että kulutusperusteisesti. Tuotantoperusteisessa laskennassa kuntataso on kuntarajojen mukainen, jolloin energialaitosten päästöt lasketaan sijaintipaikan perusteella. Jätehuolto on poikkeus rajaukseen, sillä sen päästöt lasketaan jätteiden syntypaikan perusteella (ei siis kaatopaikkojen ja jätevedenpuhdistamojen sijainnin perusteella). Kulutusperusteinen laskenta on jätehuollon, maatalouden, teollisuusprossien ja liikenteen (paitsi liikennesähkö) osalta sama kuin tuotantoperusteisessa laskennassa. Energiasektorin kulutusperusteinen laskenta on Kasvenerissa seuraavanlainen (28):

- Kaukolämpö: usean kunnan alueelle tuottavan laitoksen tuotanto (mukaan lukien yhteistuotantosähkö) jaetaan kyseisten kuntien kaukolämpökuormien suhteessa. Siten myös päästöt jakautuvat toimitetun lämmön suhteessa.
- Sähkön tuotanto jaetaan paikallisiin ja valtakunnallisiin laitoksiin
 - Teollisuuden prosessivoimalaitokset ovat paikallisia laitoksia
 - Kaukolämpöä tuottavat voimalaitokset ovat paikallisia laitoksia
 - Vesi-, tuuli- ja huippuvoimalaitokset ovat paikallisia, jos niillä on paikallinen omistustausta

- Ydinvoimalaitokset ovat valtakunnallisia laitoksia
- Lauhdutusvoimalaitokset ovat valtakunnallisia laitoksia
- Vesi-, tuuli- ja huippuvoimalaitokset ilman paikallista omistusta ovat valtakunnallisia laitoksia
- Jos paikallisten laitosten sähköntuotanto alittaa kunnan sähkönkulutuksen, erotus lasketaan valtakunnallisella ostosähköllä.
- Jos paikallisten laitosten sähköntuotanto on suurempi kuin paikallinen kulutus, ylittävän osan päästöjä ei lasketa mukaan kunnan kulutusperusteisiin päästöihin.

Taulukko 1 esittää Kasvenerin laskennan tuloksena saatavan kasvihuonekaasupäästöjen sektorijaon. Tämän ylätasoinen jaon lisäksi malli tarjoaa tarkemman erittelyn kustakin päästösektorista, sisältäen sektoreiden tarkemman alajaon sekä energiapäästöille jaotellun polttoainekohtaisista päästöistä. (28.)

Taulukko 1. Kasvenerin laskennan sektorijako.

Tuotantoperusteinen laskenta	Kulutusperusteinen laskenta
Liikenne	Liikenne
Erillinen sähköntuotanto	Muu sähkön käyttö
Prosessivoimalaitokset ja muu teollisuus	
Kaukolämpövoima ja kaukolämpölaitokset	
Rakennusten erillislämmitys	Rakennusten lämmitys
Muu polttoaineiden käyttö	Muu polttoaineiden käyttö
Maatalous	Maatalous
Jätehuolto	Jätehuolto
Teollisuusprosessit	Teollisuusprosessit

3.1.2 Uusi Kasvener

Kasvener-mallin päivityksen ollessa tätä työtä tehdessä vielä kesken, ei uusittua Kasveneria saatu vertailuun mukaan kokonaisvaltaisesti. Päivitetyn Kasvenerin alustavassa testiversiossa on laskettu kaikille Suomen kunnille maatalouden ja jätehuollon päästöt, mutta ei vielä muita päästösektoreita. Näitä uuden version maatalous- ja jätepäästötietoja on käytetty Hinku-laskennassa sellaisenaan. Dokumentaation puutteessa laskentaperusteisiin ei pystytä tämän työn puitteissa syventymään tarkemmin, mutta tulosten vertailussa käytössä olevia Kasvener-peräisiä lukuja verrataan CO₂-raportin ja HSY:n tuloksiin.

3.2 Hinku-hankkeen päästölaskelmat

Hinku (Kohti hiilineutraalia kuntaa) -projektissa seurataan kuntien päästökehitystä hankkeen alkamisvuodesta 2007 eteenpäin. Kuntien tavoitteena on vuoteen 2030 mennessä saavuttaa 80 % vähennys vuoden 2007 päästöihin verrattuna. Suomen ympäristökeskus SYKE on laatinut Hinku-kunnille vuosittaisia laskelmia päästökehityksen seuraamiseksi.

Hinku-hankkeen tarpeiden mukaisia kuntien päästölaskelmia on vuoden 2015 aikana laskettu perustuen seuraaviin tietolähteisiin (29):

- Sähkö:
 - Energiateollisuus ry, kuntakohtainen sähkön kulutus
 - Teollisen tuulivoiman tuotantotiedot estimoitu Suomen Tuulivoimayhdistyksen tietojen perusteella
- Kaukolämmön polttoaineenkulutus (prioriteettijärjestyksessä):
 - Energiateollisuus ry, kaukolämpötilasto
 - Kuntaliitto, pienet lämpölaitokset
 - Ympäristöhallinnon Vahti-tietokanta
- Muut fossiiliset polttoaineet:
 - Öljy- ja biopolttoaineala ry, öljytuotteiden kuntamyynnit (kevyt ja raskas polttoöljy)
 - Ympäristöhallinnon Vahti-tietokanta (turve, nestekaasu, maakaasu, kivihiili)
- Tieliikenne: VTT LIPASTO (LIISA-malli tieliikenteen päästöille)
- Maatalous: Kasvener
- Jätehuolto: Kasvener

Hinku-päästölaskelmat on tehty kaikille liittyneille kunnille pohjavuodelle 2007. Uusia päästölukuja on laskettu vuosittain, ja uusien kuntien liittyessä mukaan verkostoon on niille laadittu samat laskelmat perusvuodelle 2007 ja tuoreimmalle saatavissa olevalle vuodelle, joka vuoden 2015 lopun tilanteessa oli 2013. (30.)

Taulukko 2 esittää Hinku-päästölaskennan sektorijaon. Varsinaisten päästösektoreiden osalta on laskettu lisäksi tuulivoimantuotannon vaikutus kompensationsa, joka vähennetään kokonaispäästöistä. Vuoden 2013 päästöistä alkaen sektorijakoa tarkennettiin sähkön ja fossiilisten polttoaineiden osalta: sähkönkulutustilastojen mahdollistama alajako (asuminen ja maatalous, palvelut ja rakentaminen, teollisuus) ja kaukolämmöntuotannon erottaminen muusta fossiilisten polttoaineiden käytöstä tarjoaa yksityiskohtaisemman tarkastelun. Huomattavaa on, että teollisuuden sähkönkulutuksen ja teollisuuden fossiilisten polttoaineiden kulutuksen osalta Hinku-laskentaan ei sisälly päästökauppaan kuuluva teollisuus.

Taulukko 2. Hinku-päästölaskelmien sektorijako.

Hinku-päästölaskennan sektorijako (-2012)	Hinku-päästöjen sektorijako (2013-)
Sähkö	Sähkö – asuminen ja maatalous
	Sähkö – palvelut ja rakentaminen
	Sähkö – teollisuus
Fossiiliset polttoaineet	Fossiiliset polttoaineet – kaukolämpö
	Fossiiliset polttoaineet – muut
Tieliikenne	Tieliikenne
Maatalous	Maatalous
Jätehuolto	Jätehuolto
Kompensaatiot (tuulivoima)	Kompensaatiot (tuulivoima)

Laskennassa mukana olevat kasvihuonekaasut vaihtelevat sektoreittain: Sähkön, kaukolämmön ja muiden fossiilisten polttoaineiden osalta lasketaan ainoastaan CO₂-päästöt. Tieliikenteestä, maataloudesta ja jätehuollosta mukana ovat CO₂, CH₄ ja N₂O.

Hinku-hankkeen päästölaskenta on Kasvenerin laskentaa yksinkertaisempaa. Hankkeessa on tavoiteltu laskentamenettelyä, joka olisi kunnille oikeudenmukainen ja samalla kannustava ilmastotyön suhteen. Kasvener-laskennasta osittain erillisen laskennan kautta on ollut mahdollista suoraviivaistaa laskentaa ja soveltaa Hinku-hankkeessa tarpeellisiksi nähtyjä korjauksia, kuten päästökauppateollisuuden poistaminen kuntapäästöistä ja paikallisen tuulivoimantuotannon päästökompensaatio. Suuren kuntajoukon vuosittaisen laskennan toteuttamiseksi on myös oleellista, että tarve hankkia laskennan taustatietoja erillisillä kunta- tai laitospöytäkirjoilla kyselyillä tulee minimoida. Nykyisellään Hinku-päästölaskenta toteutetaan ilman tarvetta tehdä yksittäisiä kyselyitä taustatietojen hankkimiseksi.

Hinku-laskennan rajaukset ja menetelmät muodostavat kehyksen, jossa hankkeen kunnat pyrkivät saavuttamaan tavoitellun 80 prosentin päästövähennyksen. Vaikka kunnat voivatkin tarkkailla omaa päästökehitystään myös muilla keinoin (kuten Kasvener tai CO₂-raportti), seurataan Hinku-hankkeessa päästökehitystä nimenomaan SYKEN laskennan perusteella.

3.3 CO₂-raportti

CO₂-raportti on Benviroc Oy:n kehittämä kasvihuonekaasupäästölaskenta- ja raportointipalvelu kunnille. Benviroc tarjoaa asiakaskunnilleen vuosittaisen raportin kunnan päästötaseesta sekä viikoittaisen päästöjen seurannan. Palvelussa on mukana noin 90 kuntaa eri puolilta maata. (31.)

CO₂-raportin seuraamia kasvihuonekaasuja ovat hiilidioksidi CO₂, dityppioksidi N₂O sekä metaani CH₄. Malli laskee päästöjä seitsemältä sektorilta, jotka ovat kaukolämmitys, erillislämmitys, sähkölämmitys, muu sähkönkulutus (poislukien teollisuus), tieliikenne, maatalous ja jäte. Työkoneiden ja teollisuuden päästöjen laskenta on Benvirocin tarjoama erillinen lisäpalvelu, jota ei toteuteta viikottason seurannassa. (32.)

Kaukolämmön päästöjen laskenta CO2-raportissa perustuu Energiateollisuus ry:n julkaisemaan kaukolämpötilastoon, jonka tiedot kerätään vuosittain kaukolämpöyhtiöiltä. Sähkön ja lämmön yhteistuotannon välinen päästöjen allokointi tehdään vaihtoehtoisen erillistuotannon hyötysuhteiden suhteessa (hyödynjakomenetelmä). Polttoaineiden päästökertoimina käytetään Tilastokeskuksen polttoaineluokitusta hiilidioksidin osalta, ja Kasvener-mallia dityppioksidin ja metaanin osalta. Viikkotason muutokset kaukolämmön osalta lasketaan Ilmatieteen laitoksen julkaiseman lämmitystarvetiedon pohjalta. (32.)

Erillislämmitys CO2-raportin laskennassa käsittää fossiiliset päästöt rakennusten öljy- tai maakaasulämmityksestä. Käyttöveden lämmittämisen energiantarve lasketaan perustuen erityyppisten kiinteistöjen lukumääriin ja Motiva Oy:n arvioon tyypillisistä kulutuksista erityyppisissä kiinteistöissä (kuten asuinrakennukset, toimistorakennukset ja opetusrakennukset). Tilojen lämmittämiseen kuluvien polttoaineiden määrät lasketaan käyttämällä Tilastokeskuksen tilastoa koko maassa kulutetuista erillislämmityksen polttoaineista, kyseisen kunnan lämmitystarvelukutietoa ja kyseisen kunnan kiinteistömääriä ja kerrosaloja rakennustyypeittäin. (32.)

Sähkölämmityksen päästöjen laskennassa CO2-raportti käyttää samankaltaista laskentaa kuin erillislämmityksen polttoaineissa: lähteenä on valtakunnallinen Tilastokeskuksen tieto lämmityssähkön kulutuksesta, josta lasketaan Tilastokeskuksen kiinteistömäärä- ja kerrosalatietojen sekä lämmitystarveluvun perusteella kunnassa kulutettu lämmityssähkö. Kulutetun sähkön päästökertoimina käytetään kuukausittaista valtakunnallista sähkönkulutuksen päästökerrointa, joka lasketaan Energiateollisuuden ja Tilastokeskuksen tietojen pohjalta. Muu sähkönkulutus lasketaan sähkön kokonaiskulutuksen ja lämmityssähkön erotuksena. (32.)

Tieliikenteen päästöt CO2-raportissa perustuvat VTT:n LIISA -laskentamalliin. Maatalouspäästöihin lasketaan peltoviljelystä ja eläimistä sekä eläinten lannankäsittelystä aiheutuvat päästöt. Tietolähteinä käytetään Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus Tiken (nyk. Luonnonvarakeskuksen tilastopalvelut) tietoja tuotantoeläinten lukumääristä ja tärkeimpien viljelykasvien viljelyaloista. Lisäksi otetaan huomioon hevosten ja porojen lukumäärät raviurheilun ja hevoskasvatuksen keskusjärjestö Suomen Hippos ry:n sekä Paliskuntain yhdistys ry:n tietojen perusteella. (32.)

CO2-raportissa jätesektorin päästöt käsittävät kaatopaikoista, kompostoinnista ja jätevedenkäsittelystä aiheutuvat päästöt. Suurin osa jäteyhtiöistä laskee kaatopaikkojensa metaanipäästöjä SYKEN kehittämällä mallilla, jota käytetään myös Suomen kansallisen päästöinventaarion laskennassa. Niiltä osin kun laskentatuloksia ei ole käytettävissä, lasketaan samaa mallia käyttäen metaanipäästöt lähtötietoina kaatopaikoille sijoitetut jätemäärät sekä kerätty kaatopaikkakaasu. Usean kunnan jätteitä vastaanottavat kaatopaikat käsitellään päästöjen allokoinnin osalta siten, että päästöt jaetaan lähdekuntien asukaslukujen suhteessa. Kompostoinnin ja jätevedenkäsittelyn päästöt lasketaan ympäristöhallinnon Vahti-tietokannan ja kansallisen päästöinventaarion päästökertoimien avulla. (32.)

3.4 HSY: pääkaupunkiseudun päästölaskenta

Helsingin seudun ympäristöpalvelut (HSY) seuraa pääkaupunkiseudun kuntien (Helsinki, Espoo, Kauniainen, Vantaa) kasvihuonekaasupäästöjä omalla laskennallaan.

Laskentavuodet ovat vertailuvuosi 1990 ja vuosittainen tilanne vuodesta 2000 eteenpäin. HSY:n päästölaskenta kattaa sekä kokonaispäästöt että asukaskohtaiset päästöt. (33.)

HSY:n päästöinventaariorissa sähkö lasketaan kulutusperusteisesti siten, että kulutussähkölle ja sähkölämmitykselle on omat päästökertoimensa. Koska pääkaupunkiseudulla ei ole energiasektorin ulkopuolista päästökauppateollisuutta, Hinku-mallin rajausta päästökaupan suhteen on käytännössä HSY:n kanssa yhtenevä.

HSY:n päästölaskennassa hyödynnetään paikallisia tietolähteitä: energiantuotannon tiedot saadaan suoraan paikallisilta energiayhtiöiltä ja vesiliikennelaskentaa varten laivojen satamapäästötiedot suoraan satamaoperaattorilta (34).

3.5 Kansainvälinen GPC-laskentaohje

ICLEI ja C40 suosittelevat alueellisten kasvihuonekaasupäästöjen laskentaan käytettävän Greenhouse Gas Protocol -ohjetta ”Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories” (GPC). GPC on laadittu kaupungeille standardiksi ja työkaluksi kasvihuonekaasupäästöjen mittaamiseen ja vähennysstrategioiden kehittämiseen. GPC:n ovat kehittäneet ICLEI, C40 Cities Climate Leadership Group ja World Resources Institute. (35.)

GPC-ohjeistuksen peruseriaatteina ovat relevanssi, kattavuus, ristiriidattomuus, läpinäkyvyys ja tarkkuus. Se antaa ohjeet aluetason päästöinventaarion laatimiseen. Päästöt jaetaan kuuteen sektoriin:

- energia
- liikenne
- jäte
- teollisuusprosessit ja tuotteiden käyttö
- maa- ja metsätalous ja muu maankäyttö
- kaupungin toiminnasta aiheutuvat muut päästöt maantieteellisen rajauksen ulkopuolella.

Inventaariorissa tarkastellaan päästöjä kolmessa ulottuvuudessa: ensimmäinen (Scope 1) ottaa huomioon alueen rajojen sisäpuolella syntyvät päästöt, toinen (Scope 2) alueella käytetyn sähkön, lämmön, höyryn tai jäähdytyksen tuotannosta syntyvät päästöt ja kolmas (Scope 3) muut alueen rajojen ulkopuolella syntyvät päästöt jotka ovat seurausta alueen toiminnasta. Ulottuvuuksien suhteen GPC antaa mahdollisuuden toteuttaa inventaario laajemmin tai suppeammin. (17.)

Suppeammassa, BASIC-tason inventaariorissa otetaan huomioon seuraavat päästölähteet (17 s. 36):

- Alueella syntyvät energiantuotannon päästöt (poislukien verkkoon syötetty energia, joka raportoidaan erikseen Scope 1 -summassa)
- Alueella syntyvät liikenteen päästöt
- Alueella syntyvän jätteen päästöt (poislukien muualta tuodun, alueella päästöjä aiheuttavan jätteen päästöt, jotka raportoidaan erikseen Scope 1 -summassa)
- Scope 2 -päästöt energia- ja liikennesektorilta (alueelle tuodun energian tuotannossa muualla syntyvät päästöt)
- Scope 3 -päästöt alueelta pois viedystä jätteestä

Laajempi, BASIC+ -taso sisältää edellä mainittujen päästölähteiden lisäksi huomioon:

- IPPU (teollisuusprosessit ja tuotteiden käyttö) -sektorin Scope 1-päästöt
- AFOLU (maatalous, metsätalous ja muu maankäyttö) -sektorin Scope 1 -päästöt
- Scope 3 -päästöt energiasektorin ja liikenteen osalta (siirto- ja jakeluhäviöt)

Päästöinventaariossa tulee ilmoittaa päästöt sektoreittain, ulottuvuuksittain (Scope 1-3) ja kaasuittain (CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC, SF₆, NF₃ ja edellä mainittujen CO₂-ekvivalentit) lajiteltuna. GPC-ohje edellyttää myös uusiutuvista lähteistä peräisin olevan hiilidioksidin sisällyttämisen inventaarioon, mutta ilman että se lasketaan mukaan kokonaispäästöihin. Ohje edellyttää inventaarioraportilta myös kuvausta laskentamenetelmistä, tietolähteistä ja päästökertoimista, jotta inventaarion tulokset saadaan mahdollisimman läpinäkyviksi. Myös laskelmien tarkkuutta tulee arvioida sekä käytetyn aktiviteettidatan että päästökertoimien laadun osalta. (17 s. 39.)

GPC-ohje sisältää kattavasti opastusta alueellisten päästöinventarioiden laatimiseen. Kuitenkin se jättää paljon mahdollisuuksia inventaarion laatijalle, ja perustelluista syistä sen raportointikehyksestä voidaan poiketa. Oleellista on, että laskennan taustalla olevat oletukset tuodaan esille ja perustellaan hyvin. (17 s. 38.)

4 Mallien laskentaperusteiden vertailu

Tässä luvussa vertaillaan eri päästölaskentajärjestelmiä. Sektorijaon ja rajausten eroavaisuuksien takia sektoreiden keskinäisessä vertailukelpoisuudessa on eroja. Osa päästösektoreista on laskettu eri järjestelmissä identtisesti tai lähes identtisesti, toisissa erot ovat perustavanlaatuisia.

Laskentaperusteita verrataan Suomen kansalliseen päästöinventaarioon, joka noudattaa IPCC:n ohjeita. Laskennan rajaukset eivät voi kaikilta osin olla kuntatasolla samoja kuin koko valtion päästötaseessa, mutta vertaamalla aluelaskelmia kansalliseen laskentaan voidaan hahmotella, kuinka kattavasti kuntainventaariot ottavat huomioon kansallisessa inventaariossa raportoitavia päästösektoreita. Jätehuollon ja maatalouden osalta on mahdollista verrata uudistetun Kasvener-mallin tuloksia koko maan päästöinventaarioon mallin sisältäessä kaikki Suomen kunnat.

Kuntalaskelmien vertaaminen GPC-ohjeeseen luo kuvan siitä, miten hyvin suomalaiset laskelmat vastaavat kansainvälisiä käytäntöjä aluetason päästöinventaarioista.

4.1 Sähkö (kulutusperusteinen päästölaskenta)

4.1.1 Sektorijaot ja tietolähteet

Hinku-laskelmissa sähkön päästöt lasketaan kulutusperusteisesti. Kulutustietojen lähteenä on Energiateollisuus ry:n julkaisema vuosittainen kunnittain eritelty sähkönkulutustilasto. Vuoden 2011 päästölaskelmiin asti sähkönkulutuksen päästöt on laskettu sektoreita erittelemättä, ja vuoden 2012 päästöistä lähtien sähkön päästöt on eritelty Energiateollisuuden tilaston mukaisesti (Asuminen ja maatalous, palvelut ja rakentaminen, teollisuus). Asuminen ja maatalous sekä palvelut ja rakentaminen –sektorit ovat Hinku-laskelmassa kokonaisuudessaan mukana. Teollisuuden sähkönkulutus on kokonaisuudessaan mukana laskelmassa niissä kunnissa, joissa ei ole EU-päästökauppaan kuuluvaa teollisuutta. Päästökaupan alaisuuteen kuuluvaa teollisuutta sisältävien kuntien osalta laskennassa on pyritty poistamaan näiden laitosten kulutus laskennasta. Mikäli muuta tietoa päästökauppalaitosten kulutuksista ei ole ollut käytettävissä, päästökaupan ulkopuolisen teollisuuden osuudeksi sähkönkulutuksesta on arvioitu 10 % koko kunnan sähkönkulutuksesta. Taulukko 3 esittelee tämän Hinku-laskelmissa käytetyn sähkönkulutuksen käsittelytavan.

Energiateollisuus ry julkaisee kunnittaista sähkönkulutustilastoa, jossa sektorikohtainen kulutus on ilmoitettu gigawattitunnin tarkkuudella. Pienimmille kunnille gigawattitunnin tarkkuus aiheuttaa suhteellisesti suuren virhemahdollisuuden, esimerkkinä vuoden 2014 sähkönkulutukseltaan pienin Hinku-kunta Valtimo, jossa sähkönkulutus on yhteensä 19 GWh, josta teollisuuden sähkönkulutusta 1 GWh (36). Todellisen kulutuksen ollessa välillä 500–1499 MWh suhteellinen virhe voi olla suuri. Pienten kulutusten epätarkkuusongelman takia Energiateollisuus ry on pyydettäessä toimittanut SYKelle Hinku-päästölaskennan tarpeisiin tarkemman tilaston, jossa kulutustiedot ovat megawattitunnin tarkkuudella. Edellä mainitun Valtimon teollisuussektorin sähkönkulutus vuonna 2014 on tämän tilaston perusteella ollut 510 MWh (37), jolloin gigawattitunnin tarkkuudella tämän sektorin päästöiksi olisi tullut 96 % todellista suurempi luku.

Taulukko 3. Sähkön kulutustietojen käsittely Hinku-laskennassa.

	Asuminen ja maatalous	Palvelut ja rakentaminen	Teollisuus
Kunnassa päästökauppateollisuutta	Suoraan ET:n tilastosta	Suoraan ET:n tilastosta	10 % kaikesta sähkönkulutuksesta tai tarkempi kuntakohtainen arvio
Ei päästökauppateollisuutta	Suoraan ET:n tilastosta	Suoraan ET:n tilastosta	Suoraan ET:n tilastosta

Sähkön tuotantoa kunnan alueella ei ole pääsääntöisesti Hinku-päästölaskelmissa otettu huomioon, vaan kaikki kulutus lasketaan valtakunnallisella päästökertoimella. Tämä ratkaisu on perusteltu kuluttajien vapaudella valita sähkönmyyjä ilman kunnan maantieteellisiin rajoihin liittyviä rajoituksia. Kuitenkin paikallinen tuulivoimantuotanto on laskettu erikseen kompensaatina, vähentäen päästöjä samalla päästökertoimella jolla kulutuksen päästöt lasketaan. Tällä poikkeuksella laskennassa on haluttu edistää paikallista uusiutuvaa sähköntuotantoa laskemalla tuotannon päästövaikutukset paikalliseksi hyödyksi. Mikäli paikallista tuulivoimantuotantoa ei otettaisi huomioon kompensaatina, olisi yksittäisen tuulipuiston vaikutus paikalliseen sähkön kulutusperusteiseen päästöön hyvin pieni. Tuulivoiman tuotantotietoja on aikaisemmissa laskelmissa estimoitu nimellistehojen perusteella, mutta vuonna 2016 on Hinku-laskelmien tuulivoimakompensaatiot laskettu Energiaviraston syöttötariffiin oikeuttavien tuotantotietojen perusteella. Tuulivoimakompensatio ilmoitetaan kuitenkin varsinaisesta kulutusperusteisesta päästöluvusta erillään negatiivisena päästönä.

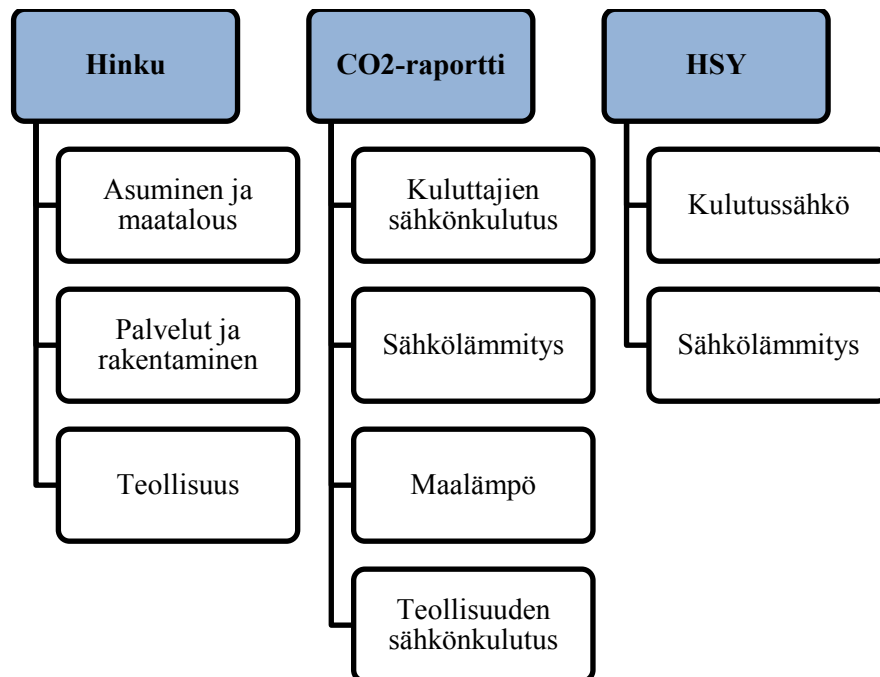
Muun uusiutuvan sähköntuotannon osalta samaa kompensatioiden laskentatapaa ei ole toistaiseksi sovellettu. Kiinteistökohtainen aurinkosähkö näkyy sähkönkulutuksen tilastossa vähentämällä verkosta ostettavaa sähköä. Suuren mittakaavan aurinkosähköntuotannon lisääntyessä tulee ajankohtaiseksi Hinku-päästölaskennassa myös se, saadaanko näiden järjestelmien sähköverkkoon myytyä tuotannon osuutta tietoon riittävän kattavasti luotettavista lähteistä.

CO2-raportissa sähkön päästöt lasketaan kulutusperusteisesti, sektorijakona kuluttajien sähkönkulutus, sähkölämmitys, maalämpö sekä teollisuuden sähkönkulutus. Teollisuuden sähkönkulutuksen päästöt lasketaan suoraan Energiateollisuuden kulutustietojen mukaisesti, kun taas kulutussektorit ”asuminen ja maatalous” sekä ”palvelut ja rakentaminen” jaetaan laskennallisella mallilla lämmityssähköksi, maalämpösähköksi ja muuksi sähkönkulutukseksi. Sähkölämmityksen kulutuksen laskennassa käytetään tietolähteenä Tilastokeskuksen tietoja sähkölämmitteisten rakennusten lämmitysenergiankulutuksesta koko Suomessa. Kuntakohtainen sähkölämmityksen energia lasketaan käyttämällä tilastoa kunnan rakennuskannasta ja vuotuisesta lämmitystarpeesta. (32 s. 4758.)

HSY:n laskennassa päästöt lasketaan kulutusperusteisesti, ja sähkönkulutuksen päästöjen alajakona käytetään sähkölämmitystä ja muuta kulutussähköä. Sähkölämmitteisten rakennusten kulutuksen arviointiin käytetään rakennus- ja huoneistorekisterin tietoja rakennusten lukumääristä ja kerrosaloista lämmitysmuodoittain. (34.)

Kasvenerin vanhan version kulutusperusteisessa laskennassa sähköntuotannosta osa lasketaan paikalliseksi ja osa valtakunnallisesti luvussa 3.1.1 esitetyllä tavalla. Kasvenerin uusittu versio ei tämän työn kirjoitushetkellä ole vielä energialaskennan osalta valmis, joten sen laskentaperusteita ei voida tarkastella yksityiskohtaisemmin.

Kuva 4 havainnollistaa sähkönkulutuksen päästöjen alajakoa vertailtavissa järjestelmissä. HSY:n laskenta ei erottele teollisuuden osuutta muusta kulutuksesta, kuten kaksi muuta järjestelmää. Hinku-laskennassa taas lämmityssähkön päästöjä ei lasketa muusta kulutuksesta erillään kuten CO2-raportissa ja HSY:n päästölaskennassa.



Kuva 4. Sähkönkulutuksen päästöjen alajakoa vertailtavissa järjestelmissä.

4.1.2 Päästökertoimet

Hinku-laskelmissa verkkosähkön päästökertoimenä on käytetty hyödynjakomenetelmällä lasketun suomalaisen sähköntuotannon päästökertoimen viiden vuoden liukuvaa keskiarvoa. Tätä kerrointa julkaisee Tilastokeskus vuosittain päivitettävässä Energiatilastossa (38). Viiden vuoden keskiarvoon on päädytty, koska vuositasen kertoimen vaihtelut piilottaisivat muutoin kulutusmuutosten vaihtelun.

Hyödynjakomenetelmä tarkoittaa ”yhdistetyn sähkön ja lämmön tuotannon polttoaineiden ja päästöjen jakamista vaihtoehtoisten hankintamuotojen polttoainekulutusten suhteessa” (39). Tällöin sähköntuotannolle jyvitetään energiasisältöjen suhdetta suurempi osa polttoaineenkulutuksesta, sillä erillisen sähköntuotannon hyötysuhde on erillisen lämmöntuotannon hyötysuhdetta huonompi.

Vaihtoehtona tuotannon päästökertoimelle olisi käyttää sähkön kokonaiskulutuksen päästökerrointa, joka ottaa huomioon myös tuontisähkön sekä verkostohäviöt. Suomen ollessa sähkön nettotuoja, tämä kokonaiskulutuksen päästökerroin on pienempi kuin tuotannon kerroin. Tuontisähkön päästöjä tämä kerroin ei huomioi, sillä ne kuuluvat tuottajamaan päästöinventaarion piiriin. Kokonaiskulutuksen päästökerroin kertoo siis,

paljonko yksikkö Suomessa kulutettua sähköä aiheuttaa sähköntuotannon päästöjä Suomessa. Sähkön kokonaiskulutuksen kerrointa ei ole Hinku-laskennassa käytetty, sillä sitä ei ole toistaiseksi julkaistu Tilastokeskuksen energiatilaston yhteydessä. Vuoden 2016 aikana Tilastokeskuksen kanssa on keskusteltu mahdollisuudesta sisällyttää kerroin tuleviin julkaisuihin, jolloin se olisi helposti saatavissa oleva julkinen lähde.

Taulukko 4 esittelee Tilastokeskuksen tuottamat päästökerroinvaihtoehdot sekä sähkön tuotannolle että kokonaiskulutukselle. Siitä voidaan havaita, että tuotannon päästökerroin on koko aikasarjan osalta korkeampi kuin kokonaiskulutuksen kerroin, sähköntuotannon ollessa säännönmukaisesti suurempaa kuin viennin. Kokonaiskulutuksen kertoimeen sisältyy lisäksi sähköverkkojen siirtohäviöt.

Mikäli laskelmien tarkkuuden ideaalina pidettäisiin sitä, että kaikki Suomen kunnat summattuna olisi yhtenevä viralliseen kansalliseen päästöinventaarioon, olisi sähkön päästökertoimenä käytettävä kokonaiskulutuksen kerrointa, joka ottaa huomioon siirtohäviöt. Kotimaisen sähköntuotannon kaikki päästöt on laskettava mukaan riippumatta siitä, mikä osa tuotannosta viedään ulkomaille. Vastaavasti ulkomaiselle tuontisähkölle ei tule laskea päästöjä alkuperästä riippumatta, sillä tuontisähkön päästöt kuuluvat tuottajamaan inventaarioon. Päästökertoimenä tulisi tällöin käyttää vuosittaista kerrointa liukuvien keskiarvojen sijasta.

Hinku-laskelmien tavoitteena on oikeudenmukaisuus ja kannustavuus päästövähennyksiin. Näiden tavoitteiden valossa on päädytty siihen, että liukuva keskiarvo poistaa vuositason heilahteluja asianmukaisesti niin, että laskelma kannustaa paremmin päästövähennyksiin kulutusmuutosten kautta. Ilman liukuvaa keskiarvoa kulutusmuutosten vaikutus päästölukujen kehitykseen peittyisi helposti suurten päästökertoimen vuosivaihteluiden alle.

Taulukko 4. Sähkön päästökertoimen vaihtoehtoja (38, 40).

Sähkön päästökerroin (g CO ₂ / kWh)						
Vuosi	Sähkön tuotanto			Sähkön kokonaiskulutus		
	Vuosittainen kerroin	5 vuoden liukuva keskiarvo	10 vuoden liukuva keskiarvo	Vuosittainen kerroin	5 vuoden liukuva keskiarvo	10 vuoden liukuva keskiarvo
2000	215			183		
2001	261			229		
2002	286			245		
2003	350			330		
2004	298	285		282	255	
2005	206	283		164	251	
2006	310	293		270	259	
2007	280	291		241	258	
2008	215	264		183	229	
2009	229	250	268	195	212	233
2010	270	262	272	238	226	238
2011	227	245	269	190	210	234
2012	167	223	258	133	188	223
2013	200	220	243	163	184	207
2014	173	209	230	136	172	192

Hinku-laskennassa käytetty sähköntuotannon päästökerroin viiden vuoden liukuvalla keskiarvolla on vertailtavalla aikasarjalla joka vuosi suurempi kuin kokonaiskulutuksen päästökerroin. Tuotannon ja kokonaiskulutuksen viiden vuoden keskiarvoja verrattaessa voidaan todeta, että niiden ero on vuosittain 30–38 gCO₂/kWh, mikä vastaa 12–22 prosenttia tuotannon kertoimesta. Kerrointen välinen ero koostuu sähkön tuonnin, viennin ja siirtohäviöiden vaikutuksesta, ja siitä voidaan todeta että vuositason vaihtelut kerrointen erossa ovat melko pieniä. Päästökerrointen pieneneminen kasvattaa prosentuaalista eroa.

Verrattaessa Hinku-laskennassa käytettyä tuotannon keskiarvotettua kerrointa kokonaiskulutuksen vuosikertoimeen ovat vuosivaihtelut merkittävästi suurempia. Vuonna 2004 on keskiarvotettu tuotannon kerroin ollut vain 1 % kokonaiskulutuserrointa suurempi, vuosina 2005 ja 2012 ovat sen sijaan erot olleet vastaavasti 72 % ja 68 %.

CO₂-raportti käyttää kuukausitasolla laskettavaa päästökerrointa. Tällöin sähkölämmitykselle tulee vuositasolla korkeampi päästökerroin kuin muulle kulutukselle, sillä lämmityssähkön kulutus painottuu talvikuukausiin jolloin tyypillisesti sähkön päästökerroin on korkeampi. Päästökerroin lasketaan siten, että se vastaa sähkön kokonaiskulutusta. (32 s. 4758.)

HSY:n laskennassa käytetään kokonaiskulutuksen vuosikerrointa, joka lasketaan Tilastokeskuksen energiatilaston tietojen pohjalta (34). Sähkölämmitykselle on käytetty korkeampaa kerrointa: toistaiseksi laskennassa on käytetty joka vuodelle samaa, 400 gCO₂/kWh kerrointa, mutta jatkossa laskentaa on tarkoitus uudistaa siten, että lämmityssähkön päästökerroin seuraa yleisen päästökertoimen muuttumista. Lämmityssähkön kertoimen takia kulutussähkön kerroin lasketaan vastaavasti pienempänä siten, että sähkönkulutuksen kokonaispäästöt vastaavat kokonaiskulutuksen

päästökerrointa. Koko maan kulutus on jaettu lämmityssähköön ja muuhun sähkönkulutukseen Tilastokeskuksen Energiatilaston tietojen perusteella. (34.) Lämmityssähkön ja muun sähkönkulutuksen päästöjen summat vastaavat siis koko maan tasolla Tilastokeskuksen kokonaiskulutuksen päästökertoimella (taulukko 4) laskettua sähkönkulutuksen päästösummaa.

4.1.3 Kuntalaskelmien suhde kansalliseen inventaarioon

Hinku-laskennan sähkön päästöjen suhde kansallisen inventaarion sähkönhankinnan päästöihin

Taulukko 5 esittelee Suomen vuoden 2014 sähkönkulutuksen sektoreittain ryhmiteltynä kuntiin, joissa on energiasektorin ulkopuolista päästökauppateollisuutta ja kuntiin, joissa ei ole päästökauppalaitoksia tai päästökauppalaitokset ovat energiantuotantolaitoksia (lämpökeskuksia tai voimalaitoksia). Tiedot perustuvat Energiateollisuus ry:n sähkönkulutustilastoon (37) ja Energiaviraston listaan päästökauppalaitoksista (14). Päästökauppalaitosten listasta on poimittu ne laitokset, jotka eivät ole voimalaitoksia tai lämpökeskuksia. Näiden laitosten sijaintikuntien kulutus (yhteensä 56 kuntaa) on yhteenlaskettuna rivillä ”päästökauppalaitoskunnat. Kuntia, joissa joko ei ole päästökauppalaitoksia tai ainoat päästökauppaan kuuluvat laitokset ovat energiasektorilla, on yhteensä 264 ja näiden kulutus on yhteenlaskettuna rivillä ”kunnat, joissa ei päästökauppalaitoksia”.

Taulukko 5. Sähkönkulutus Suomessa sektoreittain 2014 (37) (14).

Sähkönkulutus GWh	Asuminen ja maatalous	Teollisuus	Palvelut ja rakentaminen	Kulutus yhteensä	Teollisuuden osuus koko kulutuksesta
Päästökauppalaitoskunnat	7624	33302	6789	47715	69,8 %
Kunnat, joissa ei päästökauppalaitoksia	15157	5947	11809	32913	18,1 %
Koko maa	22781	39250	18597	80628	48,7 %

Kunnissa, joissa ei ole energiasektorin ulkopuolisia päästökauppalaitoksia, on Hinku-laskennassa käytetty täysimääräistä teollisuuden sähkönkulutuslukua. Niissä kunnissa, joissa on energiasektorin ulkopuolisia päästökauppaan kuuluvia laitoksia, on arvioitu päästökaupan ulkopuolisen teollisuuden sähkönkulutukseksi 10 % koko kunnan sähkönkulutuksesta. Tällä on haluttu vähentää energiantensiivisen teollisuuden vaikutusta kuntakohtaisiin päästöihin.

Tällä teollisuuden kulutuksen laskentamenettelyllä Hinku-laskennan yleistäminen kaikkiin Suomen kuntiin tuottaisi tuloksen, jossa koko maan sähkönkulutuksesta 61 % olisi päästölaskennan piirissä. Laskennasta pois jäävä 39 % kulutuksesta on teollisuuden sähkönkulutusta niissä kunnissa, joissa on päästökauppaan kuuluvaa teollisuutta.

Hinku-laskelmissa toistaiseksi käytetty kotimaisen sähköntuotannon päästökerroin huomioi kaiken suomalaisen sähköntuotannon päästöt. Koko maahan yleistettynä se kuitenkin ei

vastaisi kansallisen inventaarion sähköntuotannon päästöjä. Jotta kuntakohtaisten laskelmien summa koko maan tasolla olisi yhtenevä, tulisi päästökertoimena käyttää sähkön kokonaiskulutuksen päästöjä, jossa tuontisähkölle ei lasketa päästöjä. Myös käytetty viiden vuoden liukuva keskiarvo päästökertoimessa johtaa siihen, että Hinku-päästöt eivät vastaa saman vuoden kansallisen inventaarion päästöjä. Vertaamalla Hinku-päästökerrointa kokonaiskulutuksen kertoimeen (taulukko 4) voidaan todeta, että Hinku-laskennalla sähkön päästöt ovat säännönmukaisesti suuremmat kuin kansallisen inventaarion raportoimat sähköntuotannon päästöt. Ero vaihtelee vuosittain huomattavasti: aikavälillä 2004–2014 ero on välillä 1–72 %.

CO2-raportti

CO2-raportti ottaa huomioon kaiken Energiateollisuuden kulutustilaston raportoiman sähkönkulutuksen. Vuosiraporteissa teollisuuden sähkönkulutus ilmoitetaan erikseen, eikä sitä oteta huomioon asukaskohtaisissa kokonaispäästöissä. CO2-raportissa käytettävä päästökerroin lasketaan joka kuukaudelle erikseen Energiateollisuuden ja Tilastokeskuksen tietojen pohjalta. Päästökertoimena käytetään kokonaiskulutuksen kerrointa, jossa suomalaisen tuotannon päästöt jaetaan suomalaisen kulutuksen määrällä. (32 s. 4758.) CO2-raportin käyttämä päästökerroin vastaa siis kansallisen inventaarion suomalaisen sähköntuotannon päästöjä.

HSY

HSY:n päästölaskennassa otetaan huomioon Energiatilaston kulutustilaston kaikki sähkönkulutuksen sektorit. Käytetty päästökerroin on kokonaiskulutuksen kerroin, jolloin päästöt vastaavat kansallisen inventaarion sähköntuotannon päästöjä.

4.2 Fossiiliset polttoaineet

4.2.1 Sektorijaot ja tietolähteet

Tässä luvussa käsitellään fossiilisten polttoaineiden päästöjä, pois lukien sähköntuotannon ja liikenteen päästöt, jotka ovat laskelmissa omina sektoreinaan. Hinku-laskelmassa fossiilisten polttoaineiden päästöt on eroteltu kahteen sektoriin: kaukolämpö ja muut fossiilisten polttoaineiden päästöt. CO2-raportissa sektorijako on kaukolämpö, erillislämmitys ja maksullisena lisäpalveluna teollisuus. HSY:n päästölaskennassa fossiilisten polttoaineiden päästöt jaetaan kaukolämpöön, öljylämmitykseen ja teollisuuden ja työkoneneiden päästöihin. Taulukko 6 esittää nämä sektorijaot.

Taulukko 6. Fossiilisten polttoaineiden päästöjen sektorijako eri laskelmissa.

Hinku	CO2-raportti	HSY
Kaukolämpö	Kaukolämpö	Kaukolämpö
Muut fossiiliset polttoaineiden päästöt	Erillislämmitys	Öljylämmitys
	Teollisuus (lisäpalvelu)	Teollisuus ja työkoneneet

Kaukolämmön päästöt raportoidaan erikseen kaikissa vertailtavissa järjestelmissä. Hinku-laskennassa kaikki muut fossiilisten polttoaineiden päästöt lasketaan yhteen, sisältäen polttoaineiden kulutuksen rakennusten erillislämmityksessä, teollisuudessa ja työkoneneissa.

CO₂-raportissa ja HSY:n laskennassa lämmityspolttoaineet lasketaan omana sektorinaan ja teollisuuden sekä työkonien päästöt erikseen. Rakennusten erillislämmityksen osalta on HSY:n päästölaskennassa huomioitu ainoastaan polttoöljy, siinä missä CO₂-raportti laskee myös maakaasulämmitteiset rakennukset.

Hinku-laskelmissa kaukolämmön päästöjen laskenta perustuu pääosin Energiateollisuus ry:n vuosittain julkaisemaan kaukolämpötilastoon. Tilaston piiriin kuuluvat lämpöä tuottavat yritykset, jotka vastaavat Energiateollisuus ry:n vuosittaiseen tilastokyselyyn. Vuoden 2014 tilastossa on 105 kaukolämmönmyyjän ja 70 lämpöä tukkumyyvän yrityksen tiedot. Tuotettua lämpöä on tilastossa 34700 GWh, ja vastausten puutteellisuudesta johtuen tuotantotietoja puuttuu tukkumyyjien tuotannosta 437 GWh osalta, joka vastaa noin 1,3 % tuotetusta lämmöstä. Tilastossa on mukana yhteensä 165 kunnassa kaukolämpöä toimittavia yrityksiä. (41 s. 2.) CO₂-raportti käyttää myös Energiateollisuuden kaukolämpötilastoa, täydennettynä tarpeen mukaan kyselyillä kaukolämmöntuottajille (32). HSY käyttää tietolähteinään suoraan kaukolämmöntuottajilta saatuja tietoja (34).

Kaikki edellä mainitut toimijat käyttävät sähkön ja lämmön yhteistuotannon jakamiseen hyödynjakomenetelmää. Myös päästökertoimien lähteinä on kaikilla käytössään Tilastokeskuksen polttoaineluokitus. (34, 32.)

Hinku-laskennassa muut fossiiliset polttoaineet -päästösektorin lähteinä käytetään Öljy- ja biopolttoaineala ry:n öljytuotteiden kuntamyyntitilaston tietoja kevyen ja raskaan polttoöljyn osalta, sekä ympäristöhallinnon tietojärjestelmä VAHTIn tietoja. VAHTI-tiedoista saadaan muiden fossiilisten polttoaineiden (turve, hiili, nestekaasu) kulutustietoja, ja myös päästökauppaan kuuluvien laitosten öljynkulutustiedot vähennettäväksi öljytuotteiden kuntamyyntitilaston summasta. Myös kaukolämpötilastosta saadut lämpölaitosten ja yhteistuotantolaitosten öljynkulutustiedot vähennetään öljyn kokonaiskulutuksesta, sillä ne tulevat huomioitua sähkön tai kaukolämmön päästöissä.

CO₂-raportti ja HSY:n päästölaskenta perustavat erillislämmityksen päästöjen laskennan Tilastokeskuksen rakennus- ja huoneistorekisterin (RHR) tietoihin rakennusten lukumääristä ja kerrosaloista lämmitysmuodoittain eroteltuna. Vuoden 2015 lopun tilanteessa RHR:n öljy- ja kaasulämmitteisten pientalojen lukumäärä on 254018 kappaletta (42). RHR-tietojen ongelma on huono ajantasaisuus, sillä tiedot olemassa olevan rakennuskannan muutoksista päivittyvät rekisteriin vain satunnaisesti (43). Öljy- ja biopolttoaineala ry arvioi nykytilanteessa öljylämmityspientaloja olevan 190 000 kappaletta ja huippuvuoden olleen 2005, jolloin lukumäärä olisi ollut 250 000 (44).

Vertailtavista laskentajärjestelmistä yksikään ei ota huomioon teollisuusprosessien päästöjä. Teollisuuden polttoainepäästöt lasketaan Hinku-laskennassa ja HSY:n laskennassa mukaan, joskin Hinku-laskennasta on rajattu pois päästökauppaan kuuluva teollisuus. HSY:n laskennan kannalta päästökaupparajaus ei ole relevantti, sillä pääkaupunkiseudulla sijaitsevat päästökauppalaitokset ovat kaikki energiantuotantolaitoksia. Näiden laitosten päästöt tulevat käsiteltyä kulutusperusteisesti sähkön ja kaukolämmön osalta. CO₂-raportti ei perustason raportoinnissa laske teollisuuden polttoainepäästöjä.

4.2.2 Energiapäästöjen GPC-ohjeen vaatimustenmukaisuus

GPC-ohje käsittelee liikenteen ulkopuolisia energiapäästöjä yhtenä sektorina erittelemättä sähköä tai lämmitysenergiaa muusta energiankulutuksesta.

GPC-ohje kertoo pääperiaatteeksi energiapäästöjen laskennassa, että perustason laskennassa tulee huomioida kaikki scope 1 -päästöt (paikalliset päästöt) ja verkosta hankitun sähkön, lämmön, höyryn ja jäähdytyksen päästöt scope 2 -tasolla. Lisäksi laajemmassa, BASIC+ -tason raportoinnissa, tulee huomioida energian siirto- ja jakeluhäviöiden päästöjen osuus. Energiaverkkoihin syöttävien laitosten päästöt tulee raportoida erillään varsinaisesta inventaariosta alueellisessa päästösummassa. (17 s. 55.)

HSY laskee ja julkaisee käyttöperusteisten kokonaispäästöjen lisäksi myös alueperusteisia päästöjä, joissa sähkön ja kaukolämmön päästöt on laskettu tuotantolaitosten sijainnin perusteella. CO2-raportti ja Hinku-laskenta sisältävät ainoastaan käyttöperusteisen laskennan. Kaukolämmön osalta on tosin huomattava, että suurimmassa osassa kunnista kaukolämpö kulutetaan ainakin pääosin samassa kunnassa jossa se tuotetaan. Tällaisissa tapauksissa erillinen alueperusteinen päästölaskenta ei juuri eroa käyttöperusteisesta. Kasvenerin vanha versio noudattaa osin alueperusteista laskentaa, mutta sen tapa jakaa voimalaitokset kunnallisiin ja valtakunnallisiin laitoksiin ei ole GPC-ohjeen mukainen.

GPC-ohjeen energiapäästöjen sektorijako on yksityiskohtaisempi kuin vertailtavien järjestelmien käyttämä. Taulukko 7 esittelee tämän sektorin alajaon. Fossiilisten polttoaineiden käsittely- ja haihtumapäästöjä ei vertailtavista laskelmista löydy kuntatasolla raportoituna. Suomalaisissa laskelmissa on raportoitu erikseen kaukolämmön päästöt verrattuna erillislämmitykseen, mikä ei ole GPC-ohjeen sektorijaon mukaista. Erottelua asuntorakennusten ja muiden rakennusten välillä ei ole suomalaisissa laskelmissa käytetty.

Taulukko 7. GPC-ohjeen energiapäästöjen alajako (17 s. 57).

	Scope 1(alueella syntyvät päästöt)	Scope 2 (verkosta hankitun energian päästöt muualla)	Scope 3 (kuljetus- ja siirtohäviöt)
Asuinrakennukset	BASIC	BASIC	BASIC+
Kaupalliset ja palvelurakennukset	BASIC	BASIC	BASIC+
Teollisuus ja rakentaminen	BASIC	BASIC	BASIC+
Energiateollisuus	BASIC	BASIC	BASIC+
Verkkoon syötetty energia	Aluesumma		
Maa- ja metsätalous, kalastus	BASIC	BASIC	BASIC+
Muut lähteet	BASIC	BASIC	BASIC+
Kivihiilen käsittelypäästöt	BASIC		
Öljyn ja maakaasun käsittely-/ haihtumapäästöt	BASIC		

GPC-laskentaohjeen mukaan verkkosähkö tulee laskea kulutusperusteisesti (scope 2), sillä vaikka aluerajauksen sisällä olisi sähköä verkkoon syöttäviä laitoksia, ei voida olettaa paikallisen kulutuksen kohdistuvan juuri paikalliseen tuotantoon (17 s. 67). Taulukko 8 esittelee GPC-ohjeen sektorijako. Tätä jakoa varten Energiateollisuuden tilastosta tulisi laskennallisesti erotella asuminen ja maatalous toisistaan, kuten myös rakentaminen palveluista.

Taulukko 8. GPC-ohjeen sektorijako verrattuna Energiateollisuuden sähkönkulutuksen sektorijakoon

GPC-sektorijako verkkosähkölle (17 s. 57)	Vastaavuus Energiateollisuuden tilastossa
Asuinrakennukset	Asuminen ja maatalous
Liike- ja julkiset rakennukset	Palvelut ja rakentaminen
Teollisuus ja rakentaminen	Teollisuus / Palvelut ja rakentaminen
Energiateollisuus	Teollisuus
Maa- ja metsätalous sekä kalastus	Asuminen ja maatalous
Täsmentämätön kulutus	

GPC-ohje antaa sähkön ja lämmön yhteistuotannon päästöjen jakamiselle useita mahdollisia jakomenetelmiä. Ohje mainitsee jaon tuotettujen energioiden suhteessa (nk. energiamenetelmä), mutta sisältää myös viittauksen vaihtoehtoisia allokatiotapoja esittelevään dokumenttiin (17 s. 64). Tämä Greenhouse Gas Protocolin CHP-ohjeistus tarjoaa vaihtoehtoisiksi tavoiksi tehokkuusmenetelmän (sama kuin hyödynjakomenetelmä), energiamenetelmän ja työpotentiaalimenetelmän. Työpotentiaalimenetelmässä arvotetaan energiavirrat niiden mekaaniseksi työksi muutettavan potentiaalin suhteen, ja sitä kautta tämä menetelmä ei sovellu suomalaistyyppiseen vesikaukolämpöön. Ohje kuitenkin korostaa, että yhteistuotannon päästöjen jakamisen voi toteuttaa perustellusti myös muilla menetelmillä, kunhan käytetty menetelmä kerrotaan selkeästi. Koko päästöinventaarior tulee myös toteuttaa yhtenevällä menetelmällä, jotta vältetään yhteistuotantoon liittyvien päästöjen kaksoislaskenta. (45.)

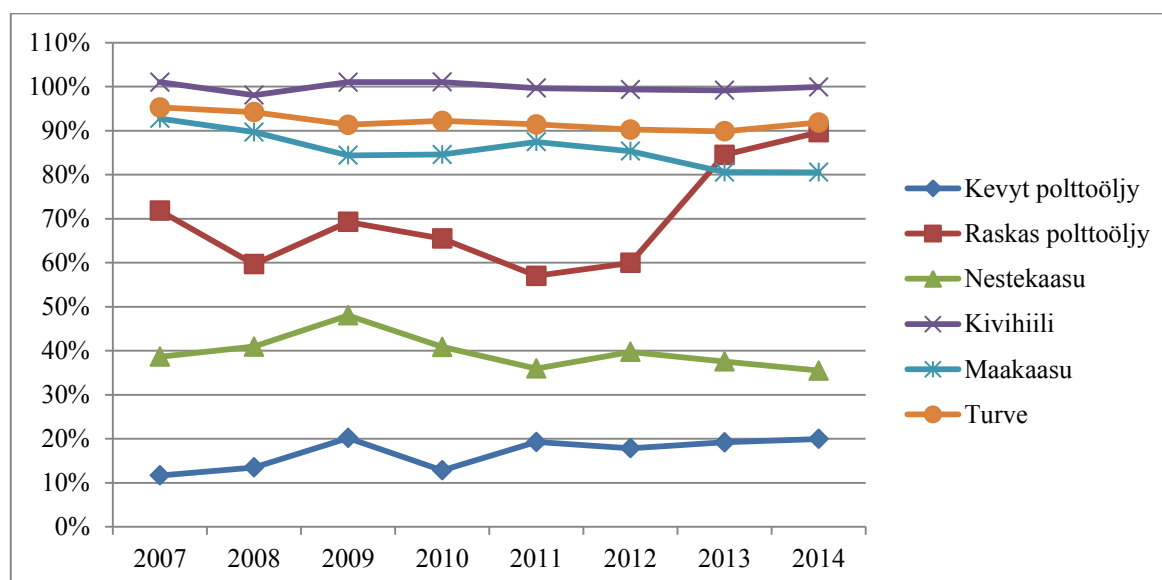
4.2.3 Fossiilisten polttoainepäästöjen kuntalaskelmien suhde kansalliseen inventaariin

Polttoaineiden kulutuksesta ei ole olemassa absoluuttisen tarkkoja tietoja kuntakohtaisesti. Vertaamalla käytettyjen tietolähteiden polttoainetietojen kaikkien kuntien summia Tilastokeskuksen koko maata koskevien tilastojen tietoihin saadaan käsitys siitä, kuinka kattavasti kuntalaskelmat ottavat polttoainepäästöt huomioon.

Taulukko 9 näyttää päästölaskennan kannalta merkittävien fossiilisten polttoaineiden osalta vertailun VAHTI-polttoainetietojen kattavuudesta Tilastokeskuksen energiatilastoon verrattuna. Kuva 5 esittää vertailusta kaavion, josta voidaan todeta, että kivihiilen osalta VAHTI-tiedot ovat kattavat, mutta muiden polttoaineiden osalta VAHTI-tietokannan summa ei kata kaikkea Suomen käyttöä. Turve, maakaasu ja raskas polttoöljy ovat suurimmaksi osaksi VAHTI:ssä, kun taas nestekaasun kulutuksesta 30–50 % ja kevyestä polttoöljystä vain 10–20 % on VAHTI-tiedoissa.

Taulukko 9. Fossiilisten polttoaineiden kulutustiedot koko maassa (PJ), Tilastokeskus (46) ja VAHTI.

Vuosi	Kevyt polttoöljy		Kivihiili		Maakaasu		Nestekaasu		Raskas polttoöljy		Turve	
	Tilastokeskus	VAHTI	Tilastokeskus	VAHTI	Tilastokeskus	VAHTI	Tilastokeskus	VAHTI	Tilastokeskus	VAHTI	Tilastokeskus	VAHTI
2007	89,4	10,4	140,3	141,7	156,2	144,9	23,8	9,2	54,8	39,4	102,8	97,9
2008	78,8	10,6	95,9	94,0	161,7	145,0	24,4	10,0	49,0	29,2	82,5	77,7
2009	74,4	15,0	113,6	114,7	145,9	123,1	22,1	10,6	41,0	28,4	73,5	67,1
2010	81,2	10,4	143,1	144,6	160,7	135,9	24,2	9,9	46,6	30,5	96,0	88,6
2011	73,0	14,1	103,0	102,6	140,7	123,0	24,1	8,6	39,1	22,3	84,0	76,8
2012	76,3	13,6	84,0	83,5	125,8	107,4	24,0	9,5	31,8	19,1	64,4	58,1
2013	70,9	13,6	114,0	113,0	119,6	96,4	23,0	8,6	24,4	20,6	56,2	50,5
2014	68,8	13,7	87,3	87,2	105,2	84,8	23,8	8,4	23,7	21,3	59,3	54,4



Kuva 5. VAHTI-polttoainetietojen kattavuus Tilastokeskuksen tietoihin verrattuna.

Merkittävä osa fossiilisista polttoaineista käytetään energiateollisuudessa tai energiaintensiivisessä teollisuudessa. Sähkö ja kaukolämpö, joiden päästöt lasketaan Hinku-laskennassa kulutusperusteisesti muihin tietolähteisiin perustuen, eivät ole riippuvaisia VAHTI-tietojen kattavuudesta. Kevyt ja raskas polttoöljy lasketaan Öljy- ja biopolttoaineala ry:n kuntamyyntitilaston perusteella, mutta öljyn kuntamyyntitiedosta pitää kuitenkin vähentää sähkön ja kaukolämmön tuotantoon käytetty polttoaine, sekä muun päästökauppateollisuuden kuluttama polttoaine. Päästökauppalaitosten kuluttaman öljyn vähentäminen ”muut fossiiliset polttoaineet”-sektoriin laskettavasta öljynkulutuksesta perustuu VAHTI-tietoihin lukuun ottamatta niitä kaukolämpölaitoksia, joiden tiedot saadaan Kaukolämpötilastosta. VAHTI-tietojen vaihteleva kattavuus öljynkulutuksen osalta saattaa johtaa ongelmiin niissä kunnissa, joissa on päästökauppaan kuuluvaa teollisuutta jonka öljynkulutus halutaan poistaa laskennasta.

Maakaasun, nestekaasun ja turpeen osalta VAHTI-tietojen vajavaisuus aiheuttaa puutteita. Turpeen osalta vaikutus kokonaispäästöihin on hyvin pieni, sillä lähes kaikki turpeen kulutus liittyy energiateollisuuteen (ja sitä kautta tulee jo huomioon otettua sähkön ja kaukolämmön laskennassa). Maakaasun kulutustiedoissa VAHTI on myös kohtuullisen hyvä tietolähde yli 80 % kattavuudellaan, mutta maakaasuverkon ollessa maantieteellisesti rajallinen kohdistuvat laskennan puutteet vain harvoin kuntiin. Maakaasun kulutuksesta valtaosa tapahtuu energiantuotannossa ja teollisuudessa, ja maakaasun pienkäytön (rakennusten erillislämmitys ja kotitaloudet) osuus on 2 % maakaasun kokonaiskulutuksesta (47). Tämä vastaa koko maan päästöistä 0,2 % osuutta. Nestekaasun osalta VAHTI-tietojen kattavuus on alle puolet koko maan kulutuksesta. Nestekaasun osuus Suomen kokonaispäästöistä on 2,6 % (48). VAHTI-puutteet nestekaasun osalta vastaavat siis noin 1,7 % osuutta Suomen kokonaispäästöistä. Tilastokeskus ei tilastoi nestekaasun käyttöä eriteltynä, joten tarkempi arvio siitä, mikä osuus nestekaasun kulutuksesta on (muutenkin Hinku-laskennasta poistettavaa) päästökaupparektorin kulutusta ei ole mahdollinen.

CO₂-raportin tapa rajata teollisuus pois laskennasta kokonaan tarkoittaa sitä, että laskennan raja on oleellisesti suppeampi kuin Hinku-laskennassa. Tätä kautta myös kattavuus kansallisen inventaarion päästöihin verrattuna on oleellisesti pienempi. HSY:n laskenta ei rajaa teollisuutta pois, mutta pääkaupunkiseudun kunnissa ei myöskään ole energiantensiivistä päästökauppareollisuutta.

4.3 Liikenne

Suomessa liikenteen päästölaskennassa käytetään teknologian tutkimuskeskus VTT:n kehittämä LIPASTO-laskentajärjestelmää. Laskentajärjestelmä koostuu alueille ALIISA (autokanta), LIISA (tieliikenne), RAILI (rautatieliikenne), MEERI (vesiliikenne) ja TYKO (työkoneiden päästömalli). VTT päivittää laskennan vuosittain Trafín, Liikenneviraston ja VR:n toimittamien tietojen pohjalta, ja laskentatuloksia käytetään Tilastokeskuksessa kansainväliseen raportointiin sekä EU:lle että YK:lle kuin myös kansalliseen tilastointiin. Järjestelmä päivitettiin vuosina 2013–2015 perusteellisesti, jolloin uudet tulokset eivät ole enää vertailukelpoisia ennen uudistusta laskettujen kanssa. (49). LIISA-malli sisältää tieliikenteen päästöistä kuntakohtaisen erottelun, ja päivitetty versio sisältää kuntakohtaisia päästötietoja vuodesta 2012 eteenpäin. Tätä vanhempien vuosien laskentaa varten VTT tarjoaa vuosittaiset indeksit, joilla saadaan laskettua karkealla tasolla aikasarja taaksepäin. (50.)

Hinku-laskelmissa liikennesektorista on otettu mukaan ainoastaan tieliikenteen päästöt. Datana on käytetty suoraan VTT LIISAn kuntakohtaisia päästölaskelmia ilman omaa laskentaa. Myös CO₂-raportti käyttää suoraan VTT LIISAn kuntakohtaisia tuloksia, eikä ota huomioon muuta liikennettä kuin tieliikenteen (32 s. 4757).

HSY:n päästölaskennassa käytetään tieliikenteessä VTT LIISAn tuloksia, mutta pelkän tieliikenteen lisäksi HSY:n liikennepäästöissä otetaan huomioon myös vesi- ja raideliikenne. Vesi- ja raideliikenteen päästölaskennassa on hyödynnetty VTT:n vastaavia malleja (MEERI ja RAILI) sovellettuna tietoihin, joita on saatu paikallisilta toimijoilta, kuten Helsingin kaupungin liikennelaitos HKL ja Helsingin satama. HSY:n päästölaskennassa ei käytetä vuotta 2012 vanhempien tieliikenteen päästöjen kanssa VTT:n tarjoamia indeksejä, vaan sen sijaan skaalaa vanhan LIISAn päästöaikasarjan sen

mukaan, mikä vanhan ja päivitetyn version päästöero pääkaupunkiseudulla on ollut niinä vuosina joilta molemmista versioista on lukuja. (34.)

VTT:n liikennepäästöjen laskelmat muodostavat pohjan niin kansalliselle inventaariolle kuin myös kaikkien tahojen laatimille pienemmän aluetason laskelmille. Tieliikenteen päästölaskennan osalta LIISA-malli käyttää lähtötietoina Liikenneviraston suoritelaskentoja ja ALIISA-mallin tuottamia kulutus- ja päästökertoimia. Mallin laskennassa Liikenneviraston suoritteita korjataan alaspäin, sillä laskennallinen henkilöautojen suorite on liian suuri myytyjen polttoaineiden määrään nähden. Tällä korjauksella laskennallinen kulutus sovitetaan myytyjen polttonesteiden määriin, kun myynnistä on ensin poistettu (muilla LIPASTOn alueille lasketut) työkoneiden ja veneiden kuluttamien polttoaineiden määrät. (51.)

LIISAn suoritelaskenta tieliikenteessä perustuu Liikenneviraston suorittamaan liikennelaskentaan, jossa seurataan teiden ajoneuvomääriä. Kertomalla poikkileikkaustieto ajoneuvojen määrästä tieosuuden pituudella saadaan laskennallinen suorite kyseiselle väylälle. Nämä luvut yleistetään koskemaan koko vuotta ja koko maata. Katuverkolle vastaavia mittauksia ei tehdä, joten katusuorite on LIISAssa määritetty laskennallisesti. Liikennevirastolta saatu arvio koko maan katusuoritteesta korjataan yleisellä suoritetekertomella, jonka jälkeen siitä vähennetään Helsingin, Espoon ja Vantaan itse laskemat suoritetiedot näiden kaupunkien ollessa ainoita, jotka itse arvioivat katuverkon liikennesuoritetta. Loppuosa suoritteesta jaetaan väkiluvun suhteessa kaupungeille. (52.)

LIISA-mallin kuntakohtaiset tieliikennepäästöt ovat yhtenäinen lähde kuntatason päästöinventaarioille. Mallin vuosittainen laskenta mahdollistaa aikasarjan seuraamisen ja takaa sen, että eri tahojen päästölaskelmissa tieliikennepäästöt ovat täysin vertailukelpoisia. LIISAn laskentaperusteet varmistavat, että kuntakohtaiset tieliikenteen päästöt ovat laskentaperiaatteiltaan yhteneviä koko maan inventaarion kanssa. Pääasialliset ongelmat ovat paikallisen autokannan huomiotta jättäminen, katusuoritteen arvioinnin epätarkkuus sekä mahdottomuus eritellä paikallista liikennettä läpiajoliikenteestä. LIISAn tulokset eivät juuri kuvasta kunnittaisten toimenpiteiden vaikutusta liikennepäästöihin.

Tieliikenne muodostaa koko maan liikennepäästöistä yli 90 % (vuosina 2010–2014 93 %) (9 s. 90). Siten pelkkää tieliikennettä koskeva kuntapäästöinventaario kattaa jo varsin hyvin kansallisen inventaarion liikennepäästöt. Vesiliikenne on toiseksi suurin liikenteen päästöjen alasektori, ja kolmantena on ilmailu. Huomattavaa on, että kansallisen päästöinventaarion piirissä ovat vain kotimaan lennot ja vesiliikenteestä Suomen aluevesien liikenne (9 s. 88).

4.3.1 Liikenteen päästölaskennan GPC-ohjeen vaatimustenmukaisuus

Liikenteen päästölaskennassa GPC-ohje tunnistaa erilaisia lähestymistapoja. Top-down -lähestymistavassa lähtökohtana voi olla esimerkiksi alueella myytyjen liikennepolttoaineiden määrä, bottom-up -tarkastelussa taas tyypillisesti aktiviteettitiedot kerrottuna sopivilla päästökertoimilla (17 s. 73). Aluerajauksen suhteen vaihtoehtoja on useita: puhtaasti maantieteellisen rajauksen lisäksi tarkasteluun voidaan ottaa myös alueen asukkaiden liikkumisen suorite, tai malli jossa läpiajoliikenne rajataan pois, mutta alueelta lähtevää tai sinne päätyvää liikennettä lasketaan mukaan myös osin alueen rajojen ulkopuolelta. GPC-ohje kuitenkin suosittaa käyttämään laskentametodina liikennemääriin

pohjautuvia malleja jos sellaisia on saatavilla ja turvautumaan polttoainemyyntiin vain mikäli liikennemääriä ei pystytä selvittämään. (17 s. 77.)

LIISA-mallin kuntakohtaiset päästöluvut vastaavat hyvin GPC-ohjeen esittämää maantieteellistä liikennepäästöjen laskentaa. LIISA ottaa huomioon kaiken liikenteen alueella riippumatta siitä, onko kyseessä kunnan sisäinen matka, kuntaan päättyvä tai sieltä lähtevä matka vai puhdas läpiajoliikenne.

GPC-ohje edellyttää myös raide-, vesi-, lento- ja maastoajoneuvoliikenteen päästöjen laskentaa. Hinku-laskennassa ja CO2-raportissa näitä muita liikennepäästöjä ei ole laskettu. HSY laskee myös vesi- ja raideliikenteen päästöjä alueella.

4.4 Maatalous

Tässä luvussa käydään läpi maatalouspäästöjen laskentaperiaatteet kansallisessa päästöinventaariossa, Kasvenerissa, CO2-raportissa ja HSY:n laskennassa. Hinku-laskennassa on käytetty uusitun Kasvenerin testiversion maatalouspäästöjä sellaisenaan.

CO2-raportti käyttää kansallisen päästöinventaarion päästökertoimia ja menetelmiä, ja kuntakohtaisia tilastoja eläinmääristä ja viljelysaloista (32 s. 4758). HSY:n päästölaskennassa maatalouspäästöjen laskentaan on käytetty vanhaa, Excel-pohjaista Kasveneria (34).

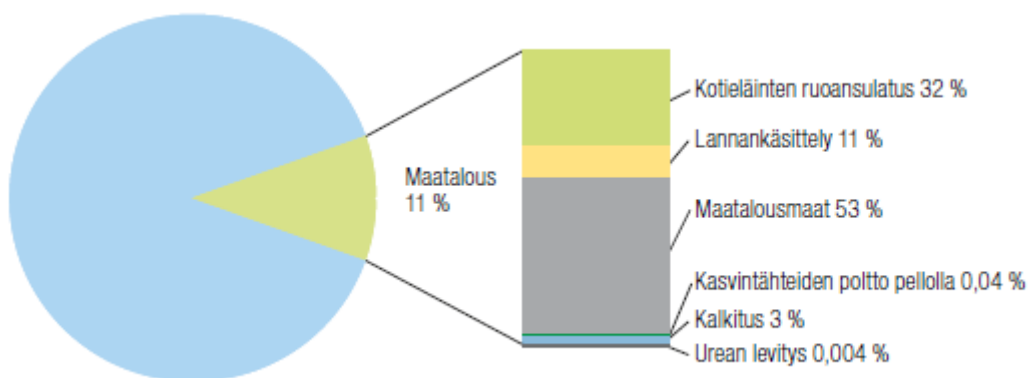
Kaikki laskentamenetelmät käyttävät maatalouspäästöjen laskennassa kansallista inventaariota mukailevia menetelmiä. Seuraavissa alaluvuissa esitellään kansallisen inventaarion maatalouspäästöjen laskenta ja verrataan uudistetun Kasvenerin tuloksia siihen. CO2-raportin ja HSY:n laskennan suhteen ei ole mahdollista verrata tuloksia kansallisen inventaarion päästöihin.

4.4.1 Maatalouden päästölaskenta kansallisessa inventaariossa

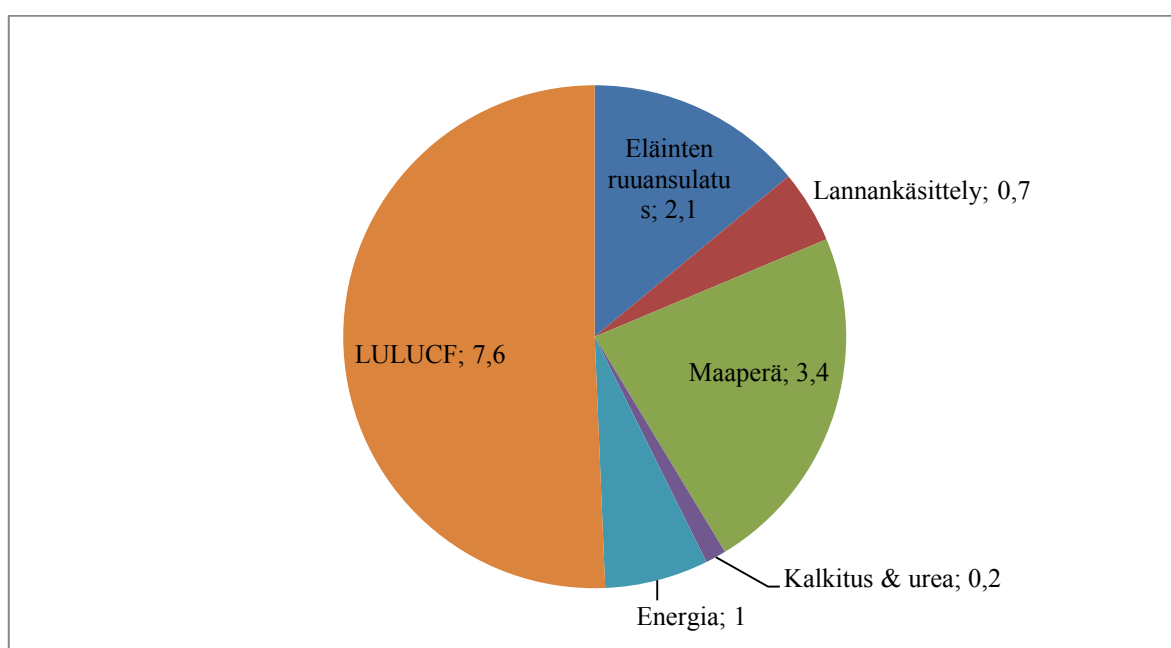
Maatalouden kasvihuonekaasupäästöt koostuvat seuraavista päästölähteistä (7 s. 31):

- Metaanipäästöt kotieläinten ruoansulatuksesta, lannankäsittelystä ja kasvintähteiden poltosta
- Dityppioksidipäästöt lannankäsittelystä, viljelysmaista ja kasvintähteiden poltosta
- Hiilidioksidipäästöt urealannoituksesta ja kalkituksesta

Kuva 6 esittelee maataloussektorin osuuden koko maan päästöistä ja edellä lueteltujen päästölähteiden osuudet. Maatalousmaat muodostavat yli puolet päästöistä. Tuotantoeläinten päästöistä valtaosa, yli 90 % on lähtöisin nautakarjasta, mutta muidenkin eläinten (hevoset, siat, lampaat, vuohet, turkiseläimet, porot) päästöt ovat mukana raportoinnissa. Huomionarvoista on, että maatalouselinkeino aiheuttaa päästöjä myös muilla sektoreilla: maatalouden energiankulutus tilastoidaan energiasektorin päästöihin ja maaperästä ilmakehään vapautuva hiilidioksidi kuuluu maankäyttö, maankäytön muutos ja metsätalous (LULUCF) -sektoriin. Kuva 7 esittelee päästöjen jakautumisen näiden sektoreiden välille, ja siitä voidaan havaita maatalouteen liittyvistä päästöistä vain noin 43 % kuuluvan maatalous-päästösektorissa raportoitaviin päästöihin. (7 s. 32.)



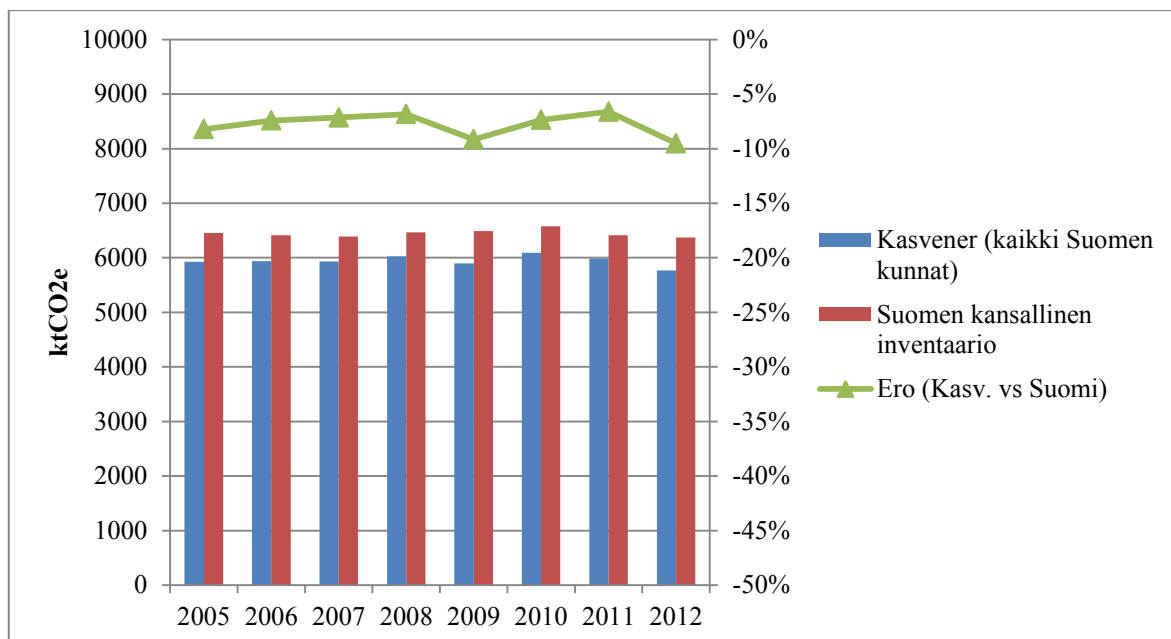
Kuva 6. Maatalouspäästöjen osuus Suomen kokonaispäästöistä 2014 ja alasektoreiden erittely (7 s. 32).



Kuva 7. Maatalouden päästöjen 2014 jakautuminen sektoreittain, päästöt MtCO₂e (7 s. 32).

4.4.2 Maatalouden päästölaskenta Kasvenerissa

Maatalouden Kasvener-laskennan kattavuutta kansalliseen inventaarioon nähden on tämän työn tarpeisiin arvioitu summaamalla kaikkien Suomen kuntien maatalouspäästöt ja vertaamalla tätä vastaavan vuoden kansallisen inventaarion maatalouspäästöjen summaan. Kuva 8 esittää sekä päästöluvut että prosentuaalisen eron laskelmien välillä. Järjestelmien välillä on pieni ero, joka tarkasteltavan aikasarjan osalta vaihtelee välillä -6,6–9,5 %. Kasvenerin vuosittainen maatalouspäästöjen summa on siis hieman kansallisen inventaarion vastaavaa pienempi.



Kuva 8. Kasvenerin maatalouspäästöt verrattuna kansalliseen inventaarioon.

4.4.3 Maatalouden päästölaskennan GPC-ohjeiden vaatimustenmukaisuus

GPC-ohje ei sisällä maataloussektorin päästöraportointia BASIC-tasolla, mutta yksityiskohtaisemmassa, BASIC+-raportoinnissa sen sijaan tulee maatalouspäästöjen (eläimet ja viljelysmaat) lisäksi olla myös maankäytön ja maankäytön muutoksen (LULUCF) päästöt. (17 s. 118.)

Suomalaisten päästölaskelmien keskenään yhtenevä sektorirajaus, jossa mukaan lasketaan eläin- ja viljelysmaapäästöt, mutta ei LULUCF-sektoria, ei ole sellaisenaan yhteensopiva GPC-ohjeen kanssa. Toisaalta GPC-ohjeen mukainen perustason raportointi ei sisällä mitään maataloussektorin päästöjä.

4.5 Jätehuolto

Hinku-laskennassa ei ole erillistä menetelmää jätehuollon päästöjen laskennalle, vaan käytössä on Kasvenerin tuottamat tiedot. Ennen uudistuneen Kasvenerin tarjoamia tietoja (ennen vuotta 2014 laadittuja laskelmia) käytössä oli ainoastaan asukaslukuun perustuva päästötieto, jossa koko maan jätepäästöt jaettiin kunnille niiden asukaslukujen suhteessa. Tällainen laskenta ei kerro kunnan todellisesta tilanteesta tai kehityksestä mitään, vaan se kertoo ainoastaan jätehuollon päästöjen suuruusluokan verrattuna muihin päästösektoreihin.

Kasvenerin laskenta perustuu täysin samoihin menetelmiin kuin kansallinen inventaario, ja päästöjen jakaminen kunnille perustuu jätehuoltoalueiden asukaslukuihin. Teollisuuden kaatopaikkapäästöt allokoidaan sijaintikunnan perusteella (53).

CO2-raportti laskee jätehuollon päästölaskennassa seuraavia päästölähteitä:

- Kaatopaikkojen metaanipäästöt SYKEN kehittämällä dynaamisella laskentamallilla
- Teollisuuden kaatopaikat VAHTI-tietojen perusteella em. mallilla
- Kompostoinnin päästöt VAHTI-tietojen perusteella kansallisen inventaarion päästökertoimilla
- Jätevedenkäsittelyn päästöt VAHTI-tietojen ja kansallisen inventaarion menetelmien perusteella

Useaa kuntaa palvelevien kaatopaikkojen, kompostointilaitosten ja jätevedenpuhdistamoiden osalta päästöt jaetaan kunnille niiden asukaslukujen suhteissa. (54 s. 23.)

HSY:n jätehuollon päästöt perustuvat nykyään mittaustuloksiin, mutta ennen laskennassa on käytetty myös Kasvener-mallia (34).

4.5.1 Jätehuollon kuntapäästölaskelmien GPC-ohjeen vaatimustenmukaisuus

GPC-ohjeen perustason raportointi edellyttää kaiken alueella tuotetun jätteen käsittelystä syntyvien päästöjen raportoinnin. Laajemman tason raportointi ei tuo jätehuollon päästölaskentaan lisävaatimuksia. Lisäksi aluepäästösummaa varten edellytetään myös muualta tuodun, mutta alueella käsitellyn jätteen päästötietoja. Scope 1-päästöjä ovat kaikki alueella käsiteltävän jätteen päästöt, ja scope 3 -päästöjä taas alueelta pois viedyn jätteen käsittelyn päästöt. Scope 2 -päästöjä ei jätehuoltosektorilla synny, sillä jätehuoltosektorin ostoenergian päästöt raportoidaan energiapäästöinä. (17 s. 87.)

Taulukko 10 esittelee GPC-ohjeen jätepäästöjen käsittelyn. GPC-ohje kehottaa käyttämään tarkinta saatavilla olevaa tietoa paikallisesta jätteen koostumuksesta ja käsittelystä, ja tietopuutteiden varalta tarjoaa yleisen tason päästökertoimia (17 s. 87).

Taulukko 10. GPC-ohjeen jätepäästöjen inventointi (17 s. 87).

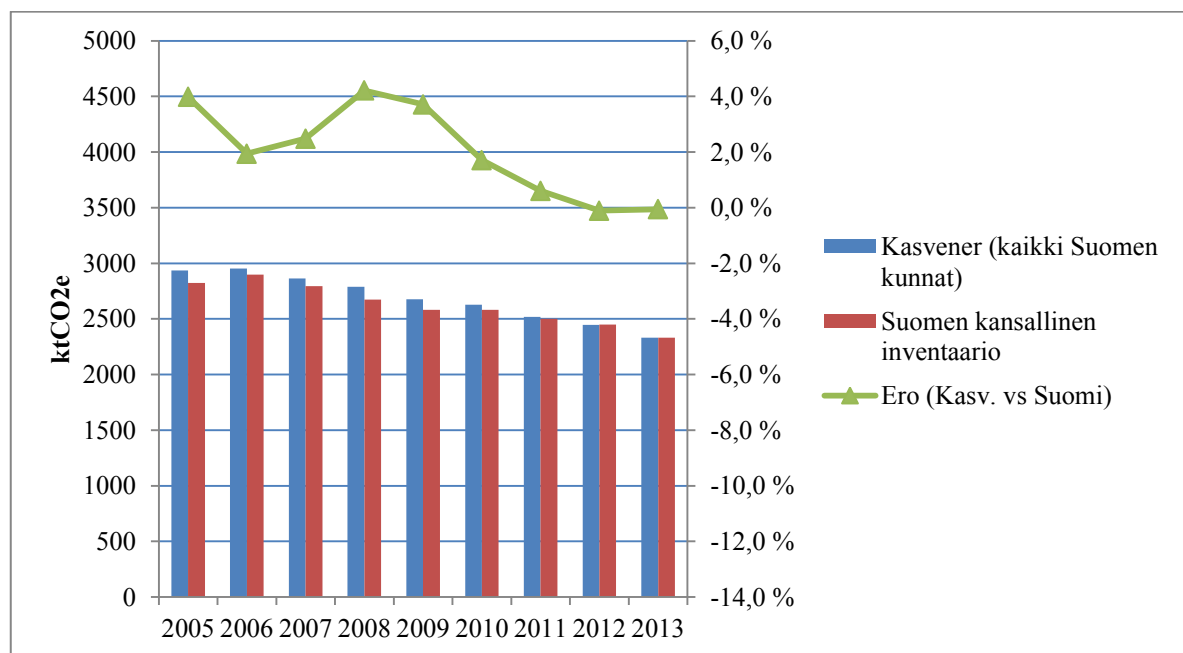
Kategoria	Scope 1 (päästöt alueella)	Scope 3 (päästöt alueen ulkopuolella)
Kiinteän jätteen kaatopaikat	BASIC	BASIC
<i>Alueen ulkopuolelta tuodun jätteen kaatopaikkapäästöt</i>	Aluesumma	
Kiinteän jätteen biologinen käsittely	BASIC	BASIC
<i>Alueen ulkopuolelta tuodun jätteen biologinen käsittely</i>	Aluesumma	
Kiinteän jätteen poltto (ilman energian talteenottoa)	BASIC	BASIC
<i>Alueen ulkopuolelta tuodun jätteen poltto</i>	Aluesumma	
Jätevedet	BASIC	BASIC
<i>Alueen ulkopuolelta tuodut jätevedet</i>	Aluesumma	

Kasvener tarjoaa jätehuollon päästöjä myös alueperusteisesti laskettuna, mikä vastaa GPC:n aluepäästösumman vaatimuksia. Tällöin kaatopaikkojen päästöt allokoidaan kaatopaikkojen sijaintikuntien mukaisesti. Hinku-päästöjen osana hyödynnetty, käyttöperusteinen Kasvener-laskenta vastaa GPC:n vaatimuksia kaiken alueen jätteen päästöjen laskennasta.

Hinku-laskennassa ja HSY:n päästölaskennassa jätepäästöt on ilmoitettu yhtenä summalukuna, CO2-raportti ilmoittaa erikseen kiinteän jätteen ja jätevedet. Kasvener tarjoaa kuitenkin tarkempaa alajakoa jätepäästöistä, mahdollistaen edellä (Taulukko 10) esitetyn GPC-jaottelun.

4.5.2 Jätehuollon kuntapäästölaskelmien suhde kansalliseen inventaarioon

Jätehuollon Kasvener-laskennan kattavuutta kansalliseen inventaarioon nähden on tämän työn tarpeisiin arvioitu summaamalla kaikkien Suomen kuntien jätepäästöt ja vertaamalla tätä vastaavan vuoden kansallisen inventaarion jätteenkäsittelypäästöjen summaan. Kuva 9 esittää sekä päästöluvut että prosentuaalisen eron laskelmien välillä. Järjestelmien välillä on pieni ero, joka tarkasteltavan aikasarjan osalta vaihtelee välillä -0,1–4,2 %. Kasvenerin vuosittainen maatalouspäästöjen summa on vuosilta 2005–2011 kansallisen inventaarion päästöjä suurempi, vuosina 2012–2013 taas hieman pienempi.



Kuva 9. Kasvenerin jätepäästöt verrattuna kansalliseen inventaarioon.

Kasvenerin koko maan päästösummasta ei voi tehdä päätelmiä yksittäisten kuntien laskentatarkkuudesta, mutta kokonaisuudessaan sitä voi pitää kattavana jätehuollon päästöjen osalta. Tulos on odotettu, sillä Kasvenerin laskentamenetelmien pitäisi olla kansallista inventaariota vastaavia.

HSY:n laskennan ja CO₂-raportin osalta vastaavaa vertailua koko maan jätepäästöihin ei ole mahdollista tehdä.

4.6 Kuntalaskelmista puuttuvat päästösektorit

Kansallinen päästöinventaario sisältää päästösektoreita, joita yksikään tässä työssä käsitelty kuntatason inventaariomenetelmä ei ota huomioon. Luvussa 2.2.6 esitellyistä kansallisen inventaarion sektoreista seuraavat puuttuvat kokonaisuudessaan kuntalaskelmista:

- Teollisuusprosessit ja tuotteiden käyttö
- Polttoaineiden haihtumapäästöt

Näistä haihtumapäästöjen osuus on marginaalisen pieni, mutta teollisuusprosessit ja tuotteiden käyttö -sektorin osuus koko maan päästöistä on 10 %.

5 Laskelmien tulosten vertailu

Tässä osassa verrataan laskentajärjestelmien tuloksia soveltuvin osin. CO2-raportissa mukana olevia Hinku-kuntia, joiden vuosiraportteja saatiin käyttöön työtä varten, ovat Hyvinkää, Joensuu, Kuhmoinen, Laitila, Lappeenranta, Masku, Mynämäki, Padasjoki, Pori ja Rauma. Porissa tuorein tätä vertailua varten käyttöön saatu, CO2-raportin vuonna 2015 julkaistu vuosiraportti, käyttää vuoden 2014 kuntajakoa, josta puuttuu vuoden 2015 alusta Poriin liitetty Lavia. Tämän takia päästöjen vertailu on mahdollista vain niiden sektoreiden osalta, joissa pystytään myös muiden laskentajärjestelmien osalta erottelemaan Pori ja Lavia toisistaan. Kasvenerissa Lavia-liitosta ei myöskään ole, joten maatalous ja jätehuolto ovat vertailukelpoisia.

Lisäksi Hinku-tyyppiset päästölaskelmat laadittiin tätä työtä varten HSY-alueen kaupungeille (Espoo, Helsinki, Kauniainen, Vantaa), jotta laskentatulosten vertailu olisi mahdollista.

5.1 Sähkö

Sekä Hinku-laskennassa, CO2-raportissa että HSY:n laskennassa sähkön päästöt lasketaan kulutusperusteisesti, jolloin paikallinen sähköntuotanto ei vaikuta paikallisiin sähkön päästöihin. Hinku-laskennassa ei erotella sähkölämmitystä omalla päästökertoimellaan, kun taas CO2-raportti ja HSY laskevat erikseen lämmityssähkön ja muun sähkönkulutuksen päästöt. Hinku-laskennassa mukana oleva tuulisähköntuotannon kompensatio ilmoitetaan negatiivisena päästönä irrallisena sähkönkulutuksen päästöistä, joten se ei vaikuta sähkön päästölukujen vertailukelpoisuuteen. Tässä vertailussa tuulisähkön kompensatio jätetään huomiotta sen ollessa varsinaisista päästöistä irrallinen komponentti.

5.1.1 Hinku-laskennan ja CO2-raportin sähkönkulutuksen päästöt

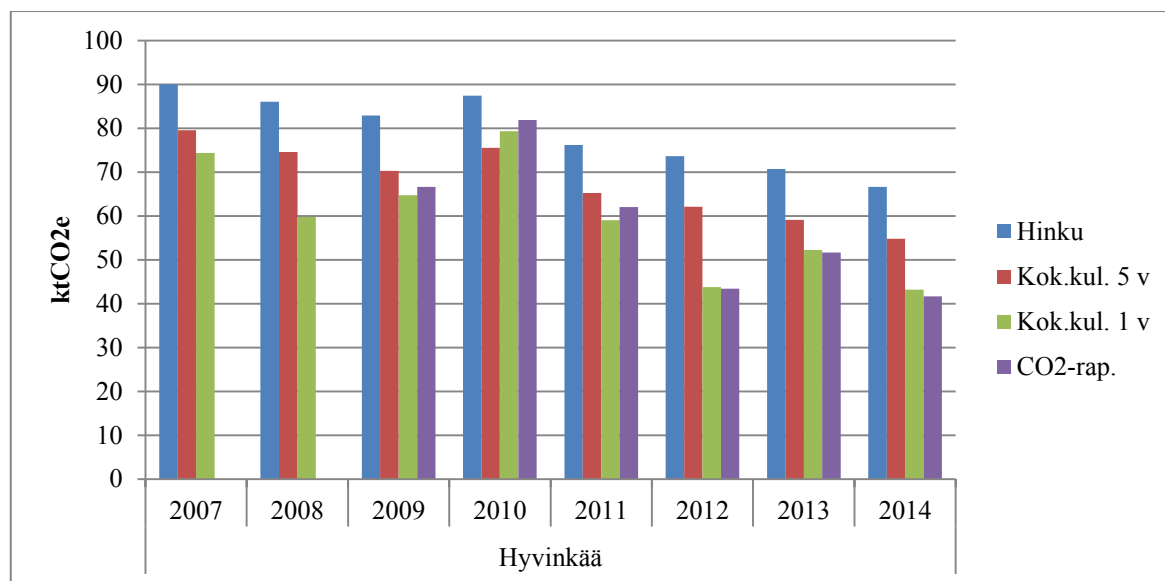
CO2-raportin sektorijako lämmityssähköön, maalämpösähköön, teollisuuden sähkönkulutukseen ja muuhun sähkönkulutukseen ei vastaa Hinku-laskelmassa käytettävää, Energiateollisuus ry:n tilastoinnista peräisin olevaa jakoa kuin teollisuuden osalta. Vertailun mahdollistamiseksi CO2-raportin päästöluvuista on laskettu yhteen lämmityssähkö, maalämpö ja kuluttajien sähkönkulutus, kun taas Hinku-laskelmasta on summattu ”asuminen ja maatalous”- sekä ”palvelut ja rakentaminen”-sektorit. Näiden sektoreiden kulutuksen pitäisi olla samat, jolloin erot johtuvat erilaisista päästökertoimista.

Vertailtavista kunnista viidessä on päästökauppaan kuuluvia ei-energiasektorin laitoksia: Hyvinkää, Joensuu, Lappeenranta, Pori ja Rauma. Näissä kunnissa Hinku-päästölaskennassa mukana olevan teollisuuden sähkönkulutukseksi on approksimoitu 10 % kunnan koko kulutuksesta, taulukon **Taulukko 3**. Sähkön kulutustietojen käsittely Hinku-laskennassa. 3 mukaisesti. Kuva 11 esittää esimerkkinä Hyvinkään ja Lappeenrannan teollisuuden kulutukset todellisuudessa ja edellä kuvatulla Hinku-laskennassa käytetyllä tavalla. Lappeenrannassa teollisuuden kulutuksesta mukaan laskentaan tulee vain pieni osa kokonaiskulutuksesta, Hyvinkäällä osuus on merkittävästi suurempi.

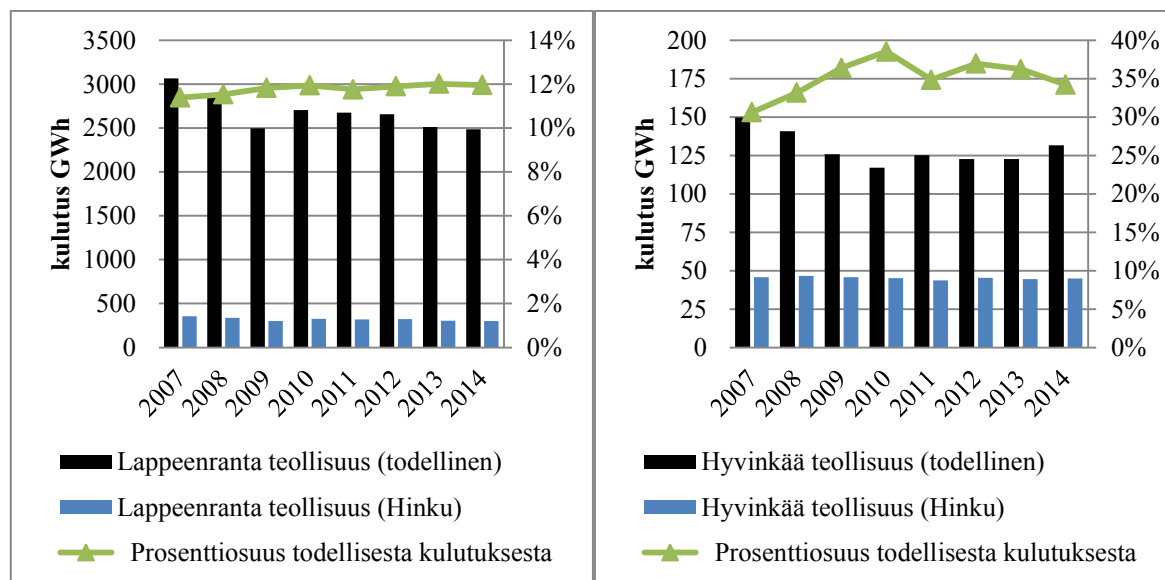
Kuva 10 esittää Hyvinkään osalta CO2-raportin ja Hinku-laskennan päästöt edellisessä kappaleessa kuvatulla tavalla summattuna. Lisäksi kaaviossa on päästöt laskettuna kokonaiskulutuksen päästökertoimella, sekä vuosittaisella että viiden vuoden liukuvalla

keskiarvolla. Kaaviosta voidaan todeta, että kokonaiskulutuksen vuosittainen kerroin vastaa CO2-raportin päästökerrointa vain pienellä vuosittaisella erolla.

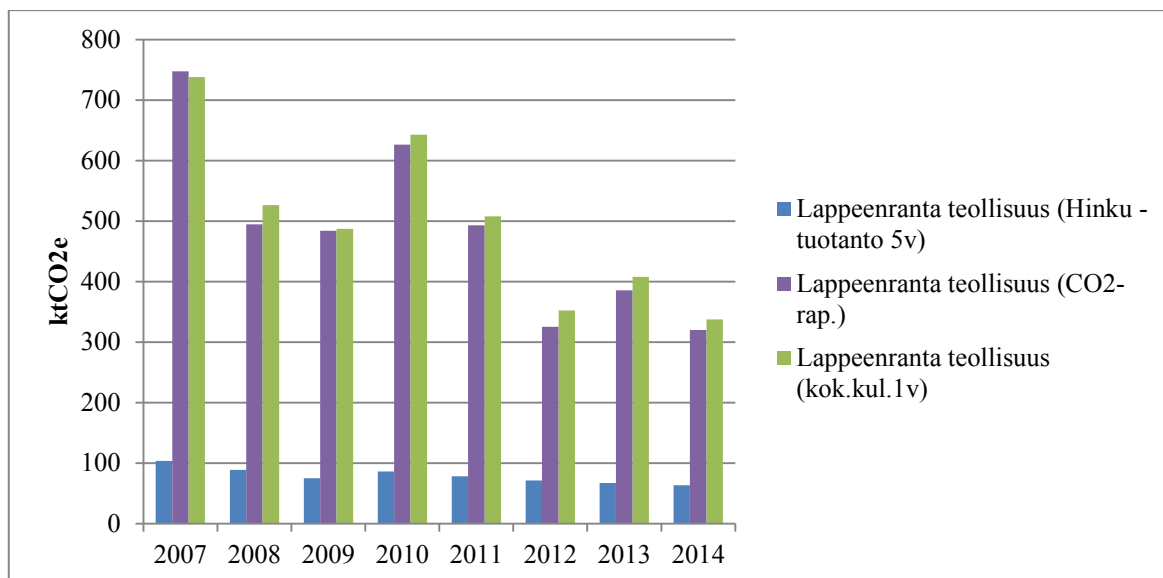
Kuva 12 esittää Lappeenrannan teollisuuden sähkönkulutuksen päästöt esimerkkinä päästökauppateollisuuskunnasta. Hinku-laskennassa käytetty päästökerroin on sama myös teollisuuden sähkönkulutuksessa. Kerroin on siis sähkönkulutuksen todellisiin päästöihin nähden liian suuri, mutta paljon kuluttavaa päästökauppateollisuutta sisältävässä kunnassa mukana laskennassa oleva kulutus on vain pieni osa todellisesta kulutuksesta. Kaavioon on laskettu verrokiksi päästöt täysimääräisellä kulutuksella kokonaiskulutuksen vuosikertoimella, jolloin tulos on vuosittain hyvin lähellä CO2-raportin vastaavaa.



Kuva 10. Hyvinkään sähkönkulutuksen päästöt.



Kuva 11. Päästökauppakuntien teollisuuden sähkönkulutus Hinku-laskennassa.



Kuva 12. Lappeenrannan teollisuuden sähkönkulutuksen päästöt.

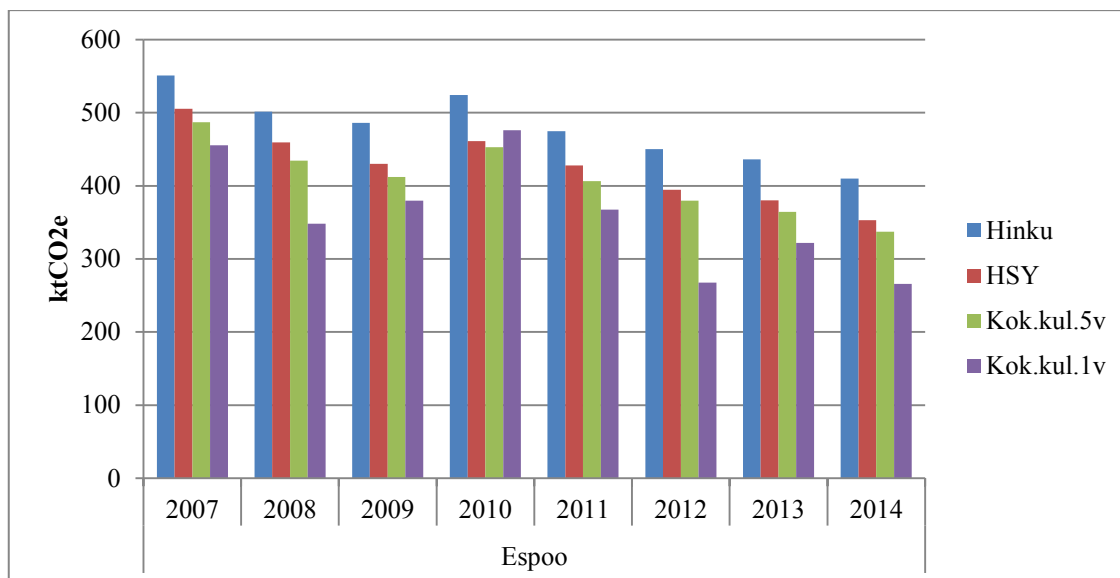
Vertailusta voidaan todeta, että kaikkien kuntien osalta CO2-reportin laskentatavan tulokset vastaavat lähes täysin kokonaiskulutuksen päästökertoimella (ilman liukuvaa keskiarvoa) laskettuja päästöjä. Hinku-laskennassa tähän saakka käytetty tuotannon päästökerroin on nykyaikaisessa sähkömarkkinassa säännönmukaisesti huomattavasti suurempi kuin vastaava kokonaiskulutuksen päästökerroin. Viiden vuoden liukuvan keskiarvon käyttäminen tasoittaa päästökertoimen vuosivaihtelua ja tuo selvemmin esiin päästötrendit, niin päästökertoimen kuin myös kulutuksen osalta.

CO2-raportti ilmoittaa teollisuuden sähkönkulutuksen päästöt täysimääräisinä riippumatta teollisuudenalasta. Hinku-laskennassa käytössä oleva tapa laskea päästökauppalaitoksia sisältämättömien kuntien teollisuus täysimääräisesti mukaan, mutta päästökauppalaitoskunnista vain osa kulutuksesta johtaa siihen, että päästökauppateollisuuskunnissa laskelmien erot ovat suuria. Hinku-laskennan approksimaatio näiden kuntien teollisuuden sähkönkulutukselle on erittäin karkea, eikä välttämättä kuvaa lainkaan todellisia kulutusmuutoksia päästökauppasektorin ulkopuolisessa teollisuudessa.

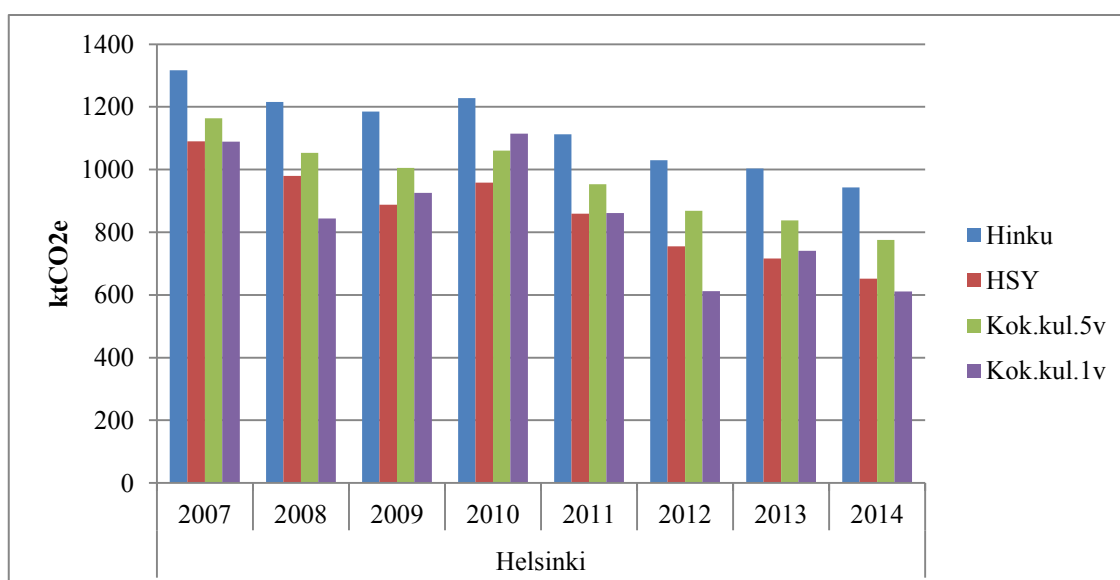
5.1.2 Hinku-laskennan ja HSY:n sähkönkulutuksen päästöt

HSY:n päästölaskennassa sähkönkulutuksen päästöt jaetaan lämmityssähköön ja kulutussähköön. Vertailukelpoisuuden saavuttamiseksi Hinku-laskelmista on laskettu yhteen kaikki sähkönkulutuksen sektorit (asuminen ja maatalous, palvelut ja rakentaminen, teollisuus). Lisäksi vaihtoehtoisina päästökertoimina Hinku-laskennan kertoimelle esitetään kokonaiskulutuksen kertoimen viiden vuoden liukuva keskiarvo sekä kokonaiskulutuksen kerroin ilman keskiarvoa.

Kuva 13 esittelee Espoon sähkönkulutuksen osalta vertailun, josta voidaan todeta HSY:n päästöjen olevan säännönmukaisesti Hinku-laskelman mukaisia päästöjä pienempiä. Kuva 14 esittää vastaavan vertailun Helsingin osalta, jossa ero on Espoota, Kauniaista ja Vantaata suurempi.

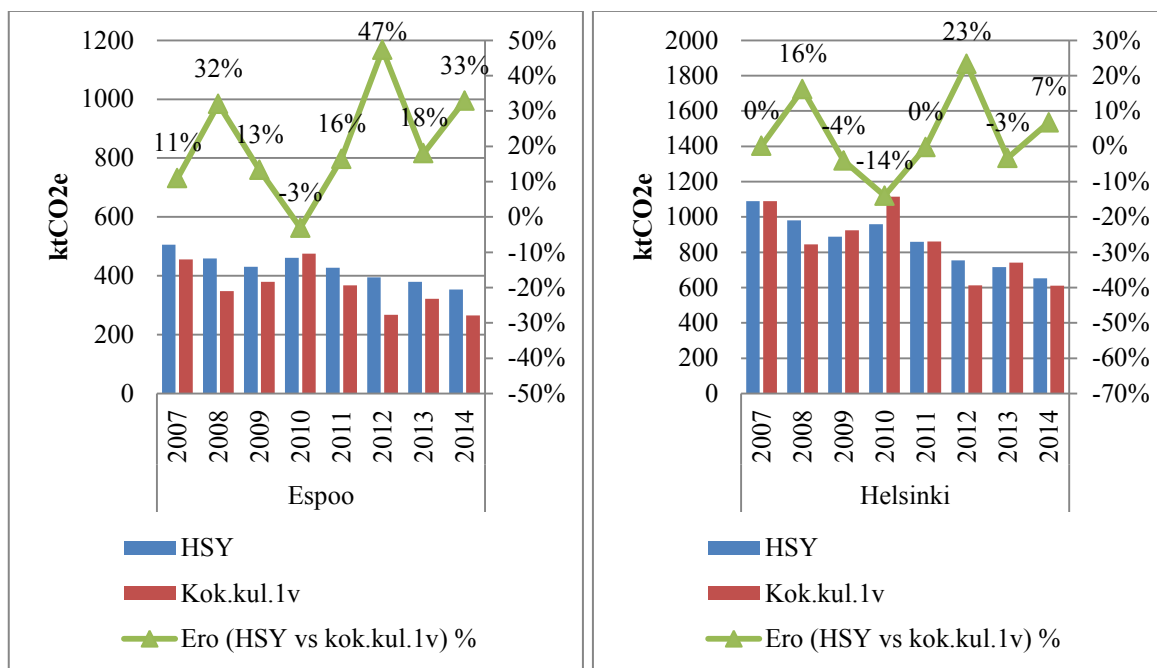


Kuva 13. Espoon sähkönkulutuksen päästöt



Kuva 14. Helsingin sähkönkulutuksen päästöt.

Kaavioista voidaan huomata, että HSY:n päästölaskennan sähkönkulutuksen päästöt noudattavat samoja trendejä kuin Hinku-laskennan tulokset. Vaikka HSY:n laskennassa käytetään kokonaiskulutuksen kerrointa (ilman liukuvaa keskiarvoa), eivät kokonaispäästöt kuitenkaan vastaa verrokkilaskentaa ("Kok.kul.1v" yllä olevissa kaavioissa). Tämä selittyy käytössä olevalla sähkölämmityksen kertoimella ja sähkölämmityksen lämmitystarvekorjauksella. Pääkaupunkiseudun kunnista Helsingin osalta tämä ero on hyvin pieni: vertailtavan aikasarjan osalta keskimääräinen ero HSY-päästön ja verrokkiluvun välillä on ollut 3 %, siinä missä Espoossa ja Vantaalla keskimääräinen ero on ollut 21 % ja Kauniaisissa 35 %. Keskimäärin kaikissa kunnissa HSY:n luku on verrokkia suurempi, ja poikkeuksellisen kylmän vuoden 2010 lämpötilakorjauksen vaikutus on helposti huomattavissa siitä, että HSY:n päästöluku on lämpötilakorjaamatonta verrokkia pienempi. Espoossa ja Vantaalla kyse on aikasarjan ainoasta vuodesta jolloin HSY:n tulos on verrokkilaskelmaa pienempi. Kuva 15 esittää Espoon ja Helsingin osalta tämän vertailun. Erot vuosien välillä ovat samankaltaisia myös Vantaalla ja Kauniaisissa.



Kuva 15. Espoon ja Helsingin sähkön päästöt: HSY verrattuna kokonaiskulutuksen päästökertoimeen.

5.2 Kaukolämpö

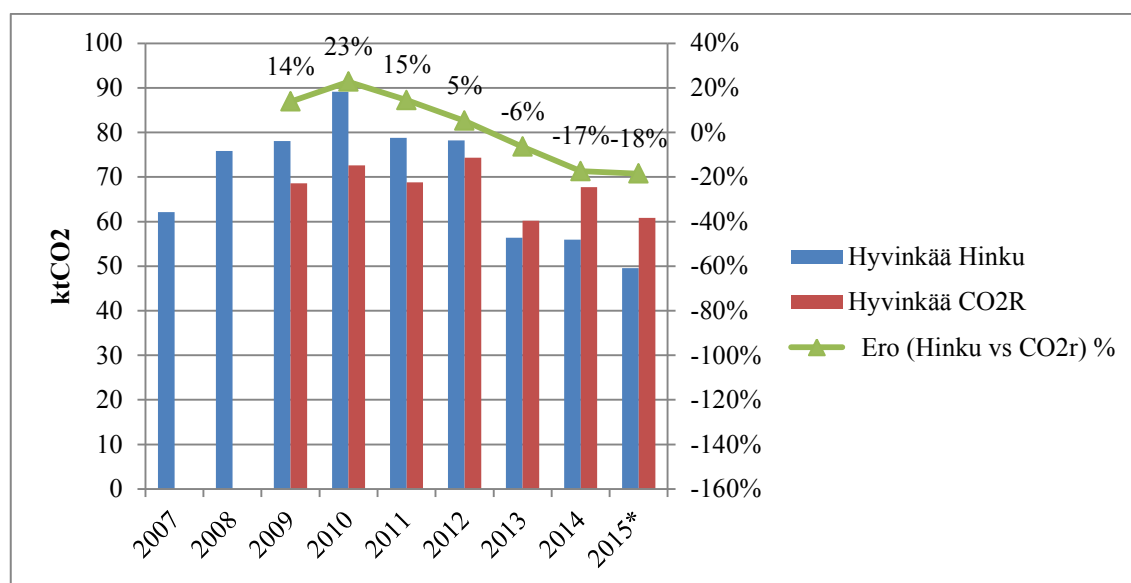
5.2.1 Hinku-laskennan ja CO2-raportin kaukolämpöpäästöt

Mukana vertailussa olevissa kunnissa kaukolämmöstä aiheutuu päästöjä Hyvinkäällä, Joensuussa, Kuhmoisissa, Laitilassa, Lappeenrannassa, Maskussa, Mynämäellä, Padasjoella, Porissa ja Raumalla. Näistä kunnista Kuhmoinen, Masku ja Padasjoki ovat Hinku-laskennassa ilman kaukolämmön päästötietoja puutteellisista tietolähteistä johtuen. Näiden kuntien kaukolämmön tuotannossa kulutettu polttoöljy näkyy muussa fossiilisten polttoaineiden päästöissä ja muut fossiiliset päästöt kaukolämmöntuotannossa jäävät puuttumaan, ellei tietoa kulutuksesta löydy ympäristöhallinnon Vahti-järjestelmästä. Tässä luvussa käsitellään vertailukelpoisia kaukolämmön päästöjä Hyvinkäällä, Joensuussa, Laitilassa, Lappeenrannassa, Mynämäellä, Porissa ja Raumalla. CO2-raportin vuosiraporteissaan tarjoamaa ennakkotietoa ei voi verrata varmistettuihin laskelmiin, jotka perustuvat julkaistuihin kaukolämpötilastoihin.

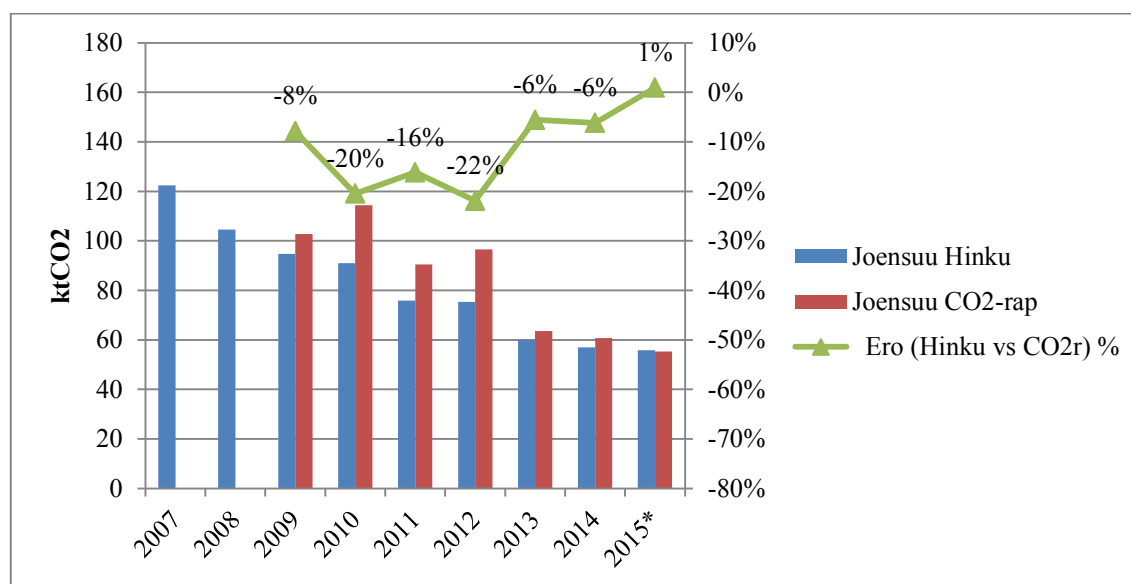
Kuva 16 esittää Hyvinkään kaukolämpöpäästöjen vertailun. Aikasarjan sisällä tulosten välillä on eroja molempiin suuntiin: vuosina 2009–2012 Hinku-laskennan mukaiset päästöt ovat suuremmat, 2013–2014 taas CO2-raportin. Laitila, Lappeenranta, Mynämäki ja Pori (kuvat 18, 19, 20 ja 21) ovat kaukolämmön päästöjen osalta lähes yhteneviä Hinku-laskennan ja CO2-raportin välillä. Porin osalta vuoden 2009 Hinku-laskennassa poikkeava tulos johtuu kaukolämpötilaston tiedosta, jonka mukaan yhteistuotantolaitoksissa ei olisi tuotettu lainkaan sähköä (55 s. 10). Tämä on todennäköisesti tilastovirhe, sillä kulutettujen polttoaineiden energioissa ei kuitenkaan ole kyseisen vuoden kohdalla merkittävää eroa edeltävään tai seuraavaan vuoteen. Aikasarjasta ei myöskään löydy muita vuosia, jolloin kaupungissa ei olisi tuotettu yhteistuotantosähköä. Jos tätä poikkeamaa ei laskennallisesti

korjata, seuraa siitä kyseiselle vuodelle kaiken polttoaineiden kulutuksen kohdistaminen lämmöntuotantoon, ja vastaavasti lämmöntuotannon päästökertoimen kasvaminen.

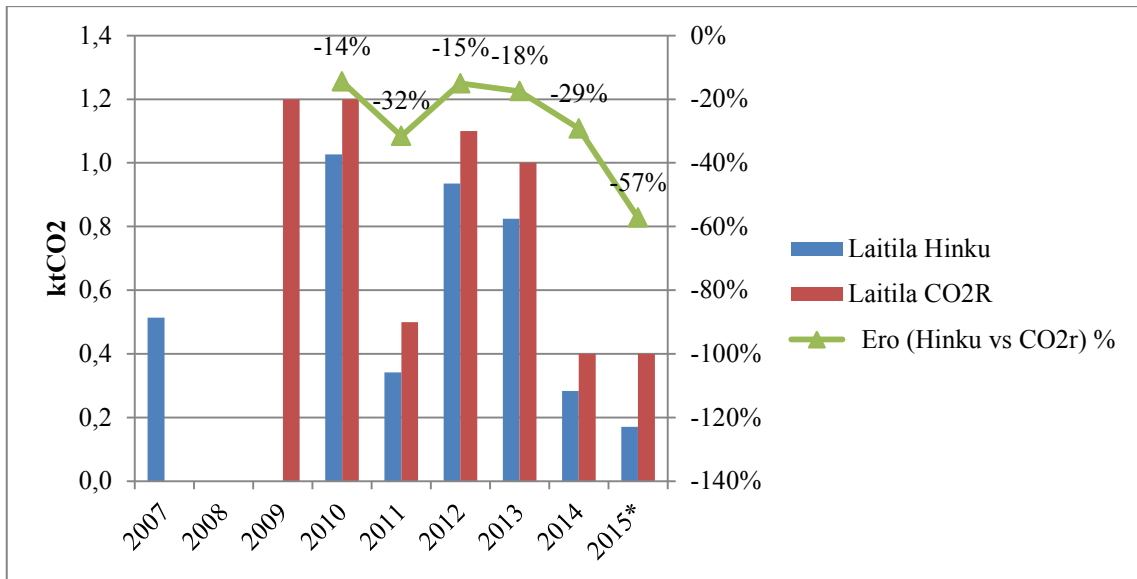
Kuva 22 esittää Rauman kaukolämmön päästöt, jossa CO2-raportin päästöt ovat jokaisena vertailukelpoisena vuonna (2010–2013) Hinku-laskelmaa suuremmat. Lisäksi vuodet 2008 ja 2009 näkyvät tilastoinniltaan puutteellisina Hinku-laskennassa: polttoainetietoja selkeästi puuttuu kaukolämpötilastosta. Kuva 17 esittää Joensuun kaukolämmön päästöt, joissa vuosina 2010–2012 CO2-raportin luvut ovat selkeästi suurempia, kun taas vuosina 2009 ja 2013–2014 laskelmat ovat lähellä toisiaan. CO2-raportti on kuitenkin suurempi jokaisena vertailtuna vuonna lukuun ottamatta vuotta 2015, jossa on kyseessä ennakkotieto.



Kuva 16. Hyvinkään kaukolämmön päästöt. Vuoden 2015 CO2-raportin luku on ennakkotieto.

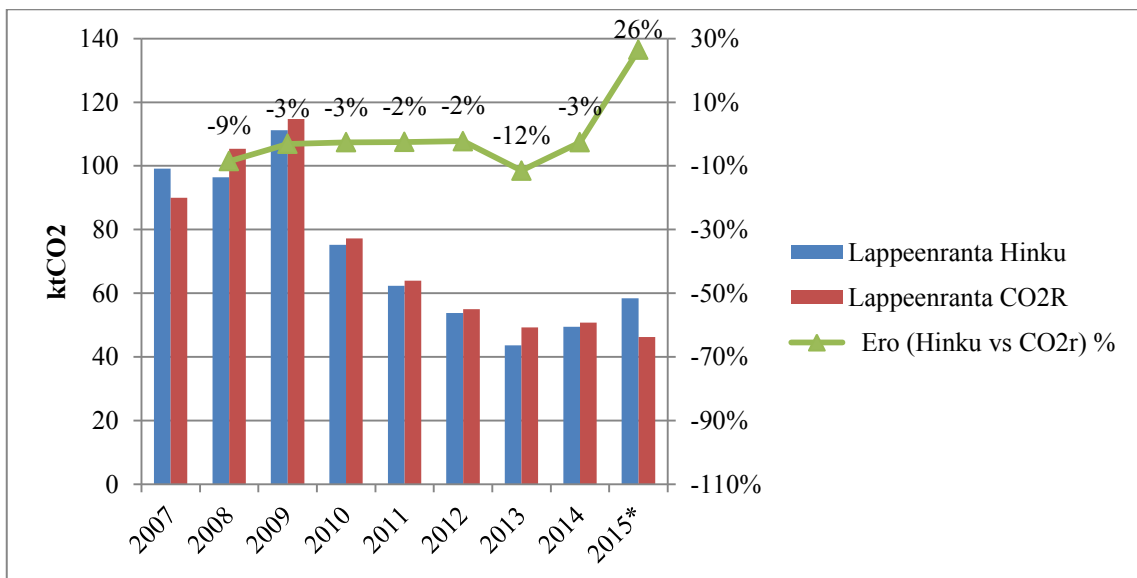


Kuva 17. Joensuun kaukolämmön päästöt. Vuoden 2015 CO2-raportin luku on ennakkotieto.

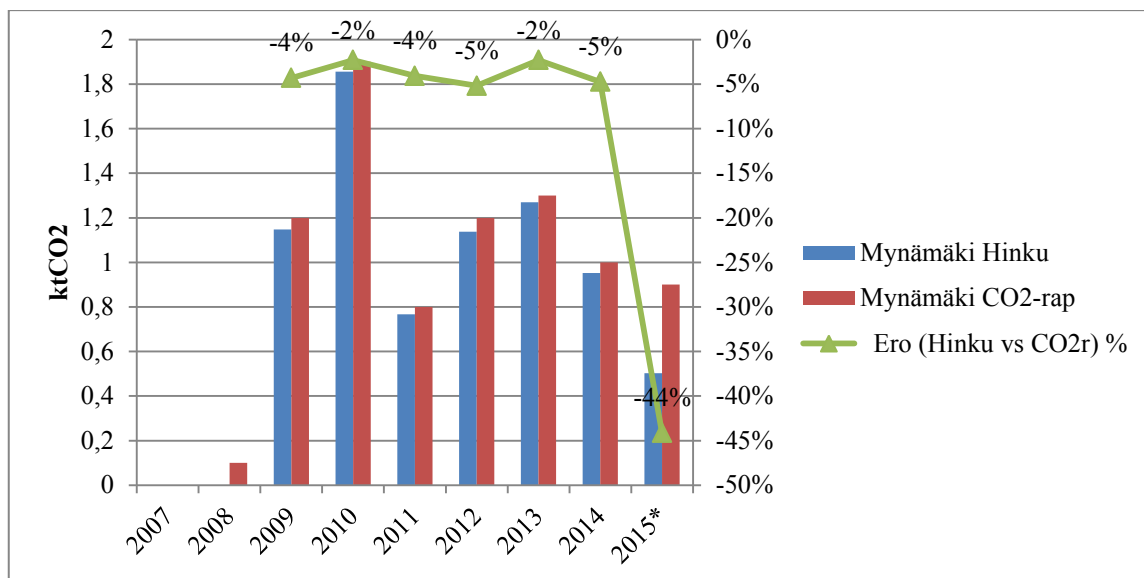


Kuva 18. Laitilan kaukolämmön päästöt. Vuoden 2015 CO2-raportin luku on ennakkotieto.

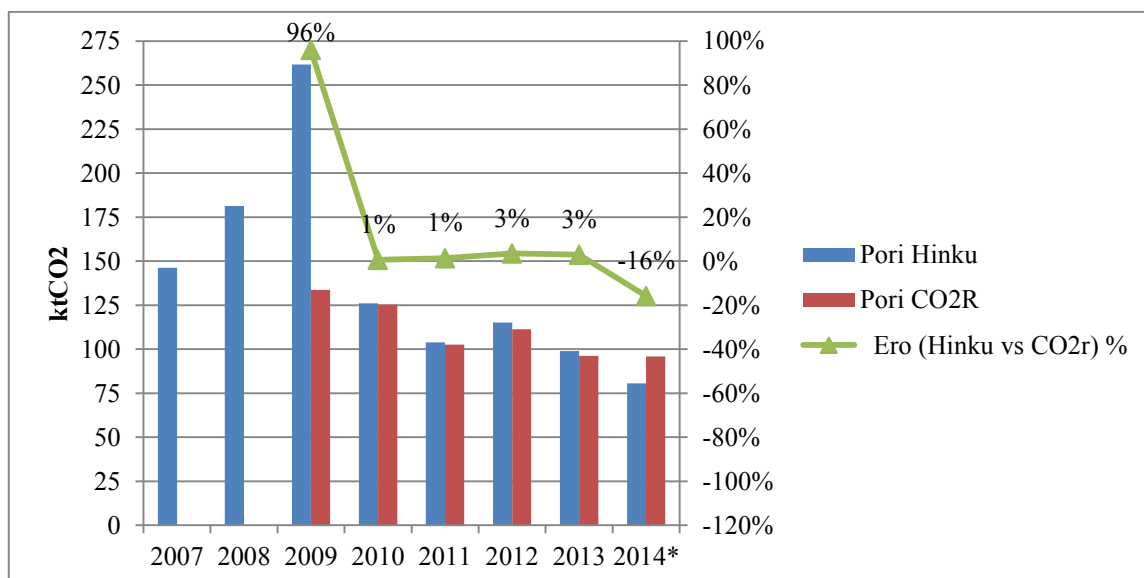
Laitilan päästövertailussa on huomattava, että kaukolämmöntuotannon fossiiliset päästöt ovat hyvin pienet: lähes kaikki kaukolämpöenergia tuotetaan teollisuuden puutähteestä ja öljyä käytetään ainoastaan huippu- ja varapolttoaineena. Tässä kokoluokassa CO2-raportin pyöristys yhden desimaalin tarkkuuteen vaikuttaa jo laskelmien eroja vertaillessa huomattavan paljon. Vuosien 2008 ja 2009 osalta Laitilan kaukolämpöyhtiö puuttuu tilastosta kokonaan: täydellisen aikasarjan laskenta edellyttäisi erillisen kyselyn tekemistä kaukolämpöyhtiölle kyseisten vuosien polttoainetiedoista.



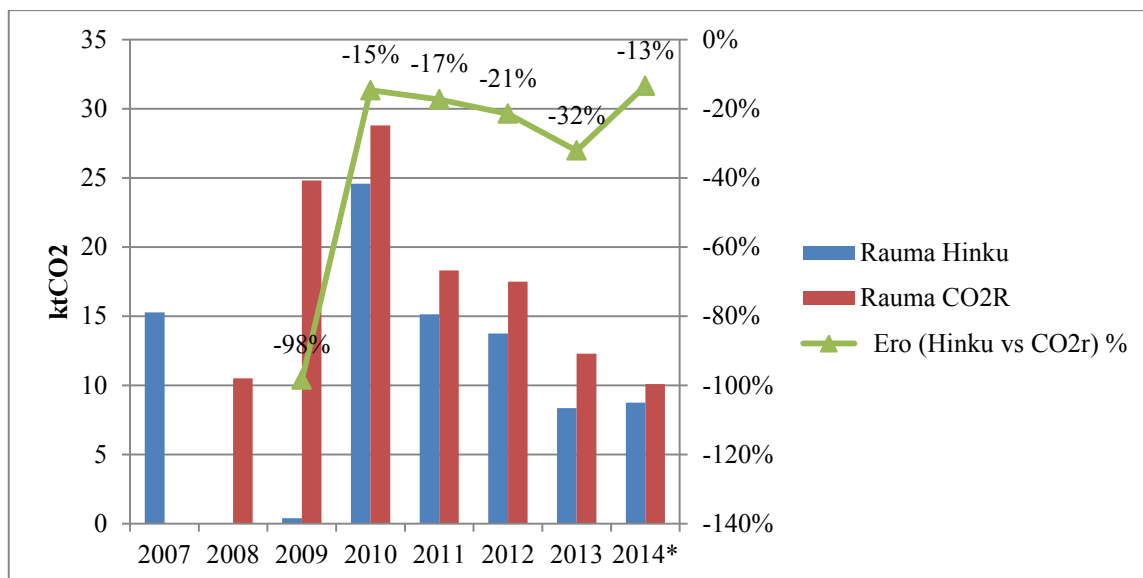
Kuva 19. Lappeenrannan kaukolämmön päästöt. Vuoden 2015 CO2-raportin luku on ennakkotieto.



Kuva 20. Mynämäen kaukolämmön päästöt. Vuoden 2015 CO₂-raportin luku on ennakkotieto.



Kuva 21. Porin kaukolämmön päästöt. Vuoden 2014 CO₂-raportin luku on ennakkotieto.



Kuva 22. Rauman kaukolämmön päästöt. Vuoden 2014 CO2-raportin luku on ennakkotieto.

CO2-raportin ja Hinku-laskelmien kaukolämmön päästöjä vertailtaessa huomattavaa on vuosien 2008 (Rauma) ja 2009 (Pori ja Rauma) tilasto-ongelmat, jotka vaikuttavat Hinku-laskentaan. Näiden vuosien päästöt on laskettu kaukolämpötilaston tietojen perusteella vain tätä työtä varten, eikä niitä varten ole tehty suoria kyselyitä kyseisten kaupunkien energiayhtiöille. Mikäli tulevana vuosina Hinku-kuntien päästölaskennan osalta vastaavanlaiset ongelmat toistuvat, on syytä yrittää saada puuttuvat tiedot polttoaineiden kulutuksista ja tuotetuista energioista suoraan asianomaisilta yhtiöiltä laskennan tarkkuuden varmistamiseksi.

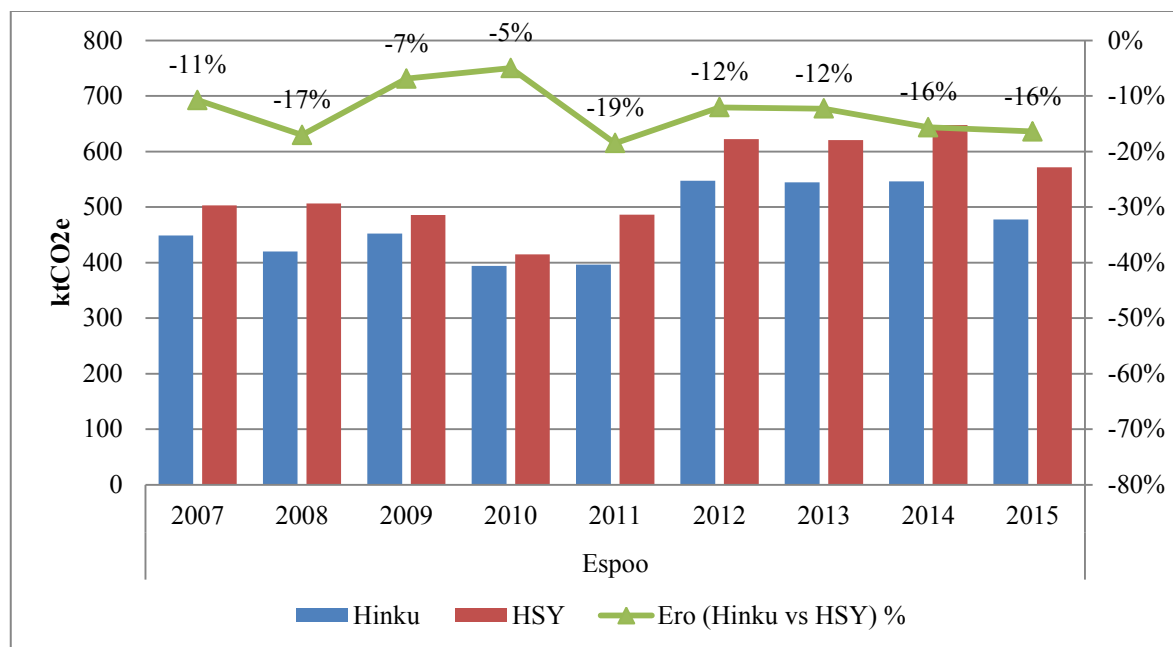
Kaukolämmön päästölaskelmien vertailu nostaa esiin kaksi oleellista havaintoa: Hinku-laskelmissa esiintyy yksittäisiä poikkeamia useassa kunnassa, ja laskentamallien väliset erot ovat eri kunnissa erisuuntaisia ja -kokoisia. On todennäköistä, että CO2-raportissa tilastopoikkeamia on korjailtu erikseen, mutta tämän vertailun perusteella ei ole mahdollista määrittää, miten puuttuvia tietoja on hankittu.

CO2-raportin ennakkotietolaskelmat perustuvat edellisten vuosien polttoainejakaumaan ja laskettavan vuoden lämmitystarvelukuun, mikä mahdollistaa ennakkoarvion laatimisen jo ennen kuin polttoaineen kulutustietoja sisältävät tilastot kyseiselle vuodelle ovat valmiita (32 s. 4756). Hinku-laskennassa vastaavia ennakkolaskelmia ei ole laadittu, vaan laskenta kaikille sektoreille tehdään siinä vaiheessa vuotta, kun tarvittavat tilastotiedot ovat saatavilla.

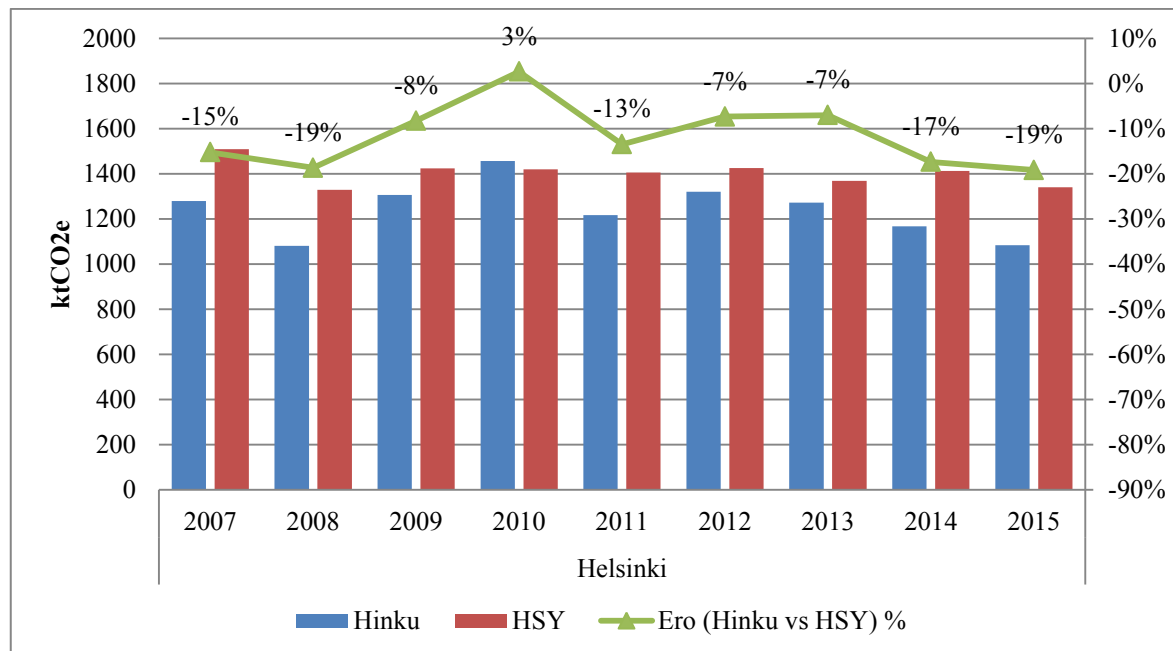
5.2.2 Hinku-laskennan ja HSY:n kaukolämpöpäästöt

Tässä luvussa verrataan Hinku-menetelmällä laskettuja kaukolämmön päästöjä HSY:n päästöinventaarioon pääkaupunkiseudun kunnissa. Seuraavissa kaavioissa (kuvat 23, 24, 25 ja 26) esitetään pääkaupunkiseudun kuntien kaukolämmön päästöt vuosina 2007–2015 Hinku-menetelmän mukaisesti laskettuna, HSY:n laskemana ja lisäksi Hinku-laskelman mukaiset luvut, joihin on sovellettu vuosien 1971–2000 Helsingin keskiarvon mukaista lämmitystarvekorjauskerrointa.

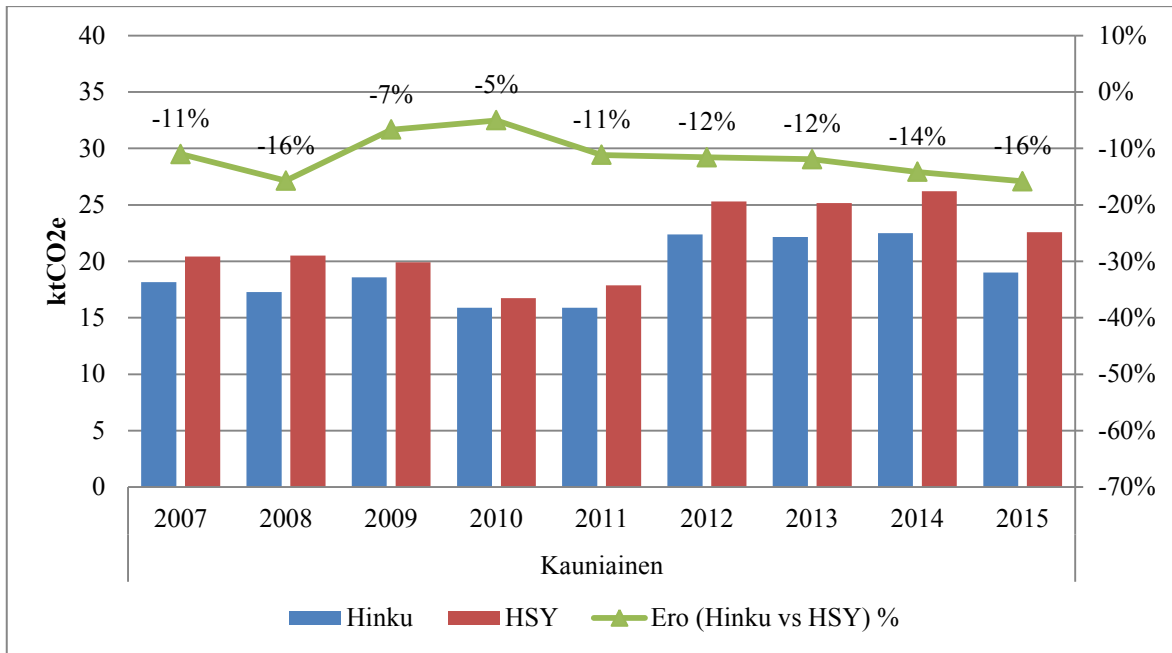
Kaavioista voidaan huomata, että Hinku-menetelmän mukaiset päästöt ovat vuosina 2007–2015 HSY:n laskemia lukuja pienempi lukuun ottamatta vuotta 2010. Vuosi 2010 näkyy aikasarjassa huomattavasti keskimääräistä kylmempänä. Tällöin HSY:n käyttämän lämmitystarvekorjauksen tuloksena on Hinku-laskennan mukaisia päästöjä pienemmät luvut Helsingissä ja Vantaalla.



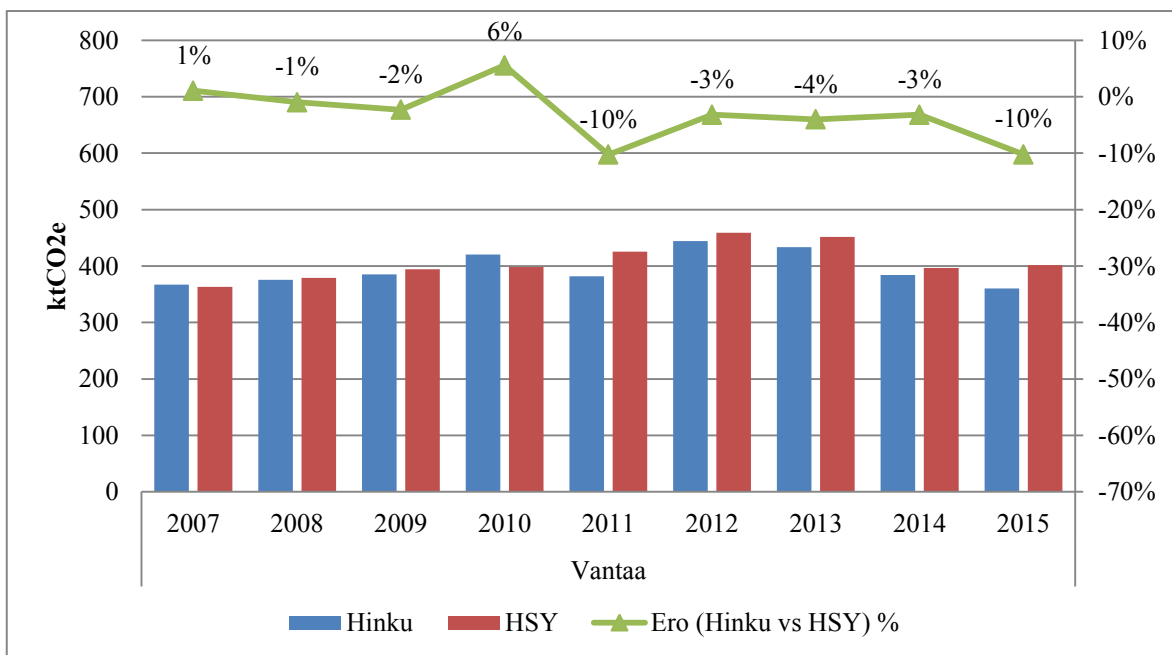
Kuva 23. Espoon kaukolämmön päästöt.



Kuva 24. Helsingin kaukolämmön päästöt.



Kuva 25. Kauniainen kaukolämmön päästöt.



Kuva 26. Vantaan kaukolämmön päästöt.

Hinku-laskennan ja HSY:n laskennan vertailu kaukolämmön osalta osoittaa lämmitystarvekorjauksen osalta merkittävän ongelman: Viime vuodet ovat enimmäkseen olleet keskiarvovuotta lämpimiä, jolloin lämmitystarvekorjattu kaukolämmön päästöluku on säännönmukaisesti suurempi kuin todellinen päästö. Vaikka lämmitystarvekorjaus tasoittaa aikasarjan vuosivaihteluita, saattaa se samalla häivyttää tai vääristää todellisen päästöjen kehityssuunnan. Tässä vertailun aikasarjan osalta 2010 on ainoa keskivertoa kylmempi vuosi, muut vuodet ovat olleet keskiarvoa lämpimämpiä Ilmatieteen laitoksen lämmitystarvelukujen perusteella (56).

5.3 Muut fossiiliset polttoaineet

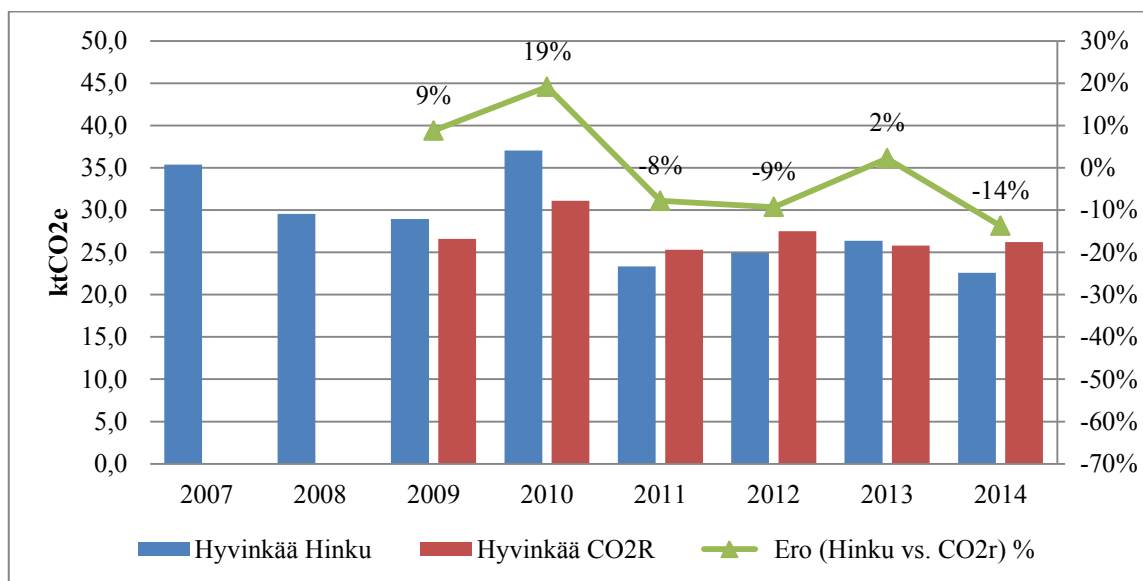
5.3.1 Hinku-laskennan ja CO2-raportin fossiiliset polttoaineet

CO2-raportti ei laske työkoneiden tai teollisuuden käyttämien fossiilisten polttoaineiden päästöjä, vaan mukana on ainoastaan rakennusten erillislämmitys. Erillislämmityksen polttoaineenkulutuksen laskeminen rakennuskannan tietojen ja lämmitystarvelukujen perusteella tarkoittaa sitä, että laskennassa on väistämättä eroa verrattuna Hinkussa käytettyyn, öljytuotteiden myyntiin perustuvaan laskentaan.

Ennako-oletuksena fossiilisten polttoaineiden päästöistä on, että Hinku-laskennassa päästöt ovat säännönmukaisesti suuremmat, ja ero on teollisuusvaltaisissa kunnissa suurempi verrattuna kuntiin joissa teollisuutta on vain vähän. Hinku-laskennassa suurin osa muut fossiiliset -sektorin päästöistä on lähtöisin polttoöljystä, ja VAHTI-peräisiä nestekaasun, maakaasun ja turpeen päästöjä on mukana vain vähän.

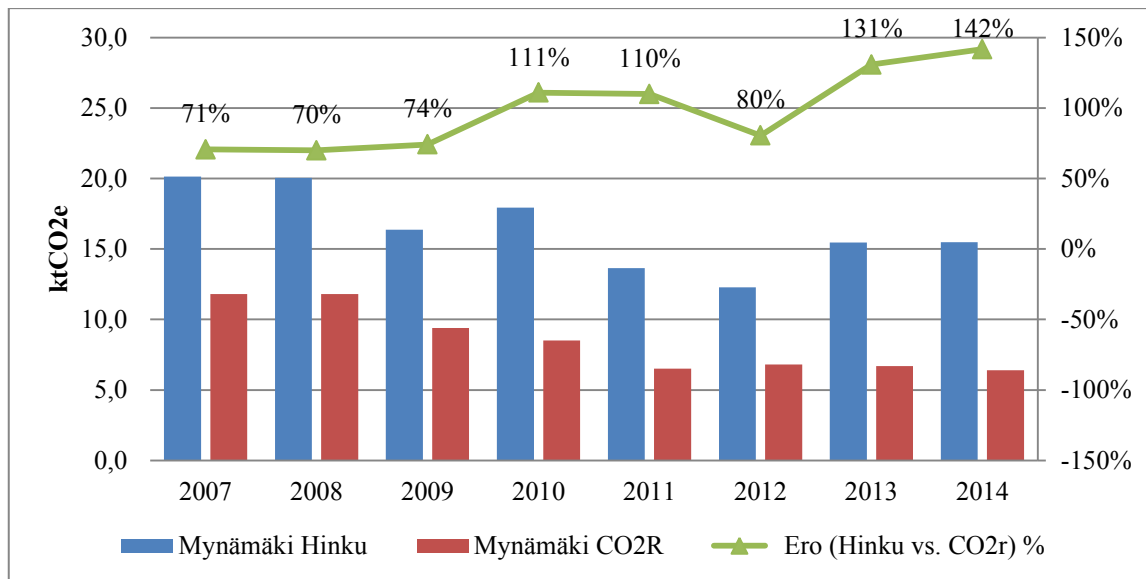
Vertaamalla kymmenen kunnan aikasarjoja voidaan kuitenkin todeta, että kolmessa kunnassa (Hyvinkää, Kuhmoinen ja Masku) Hinku-päästöt eivät ole systemaattisesti suurempia. Lopuissa vertailtavista kunnista Hinku-laskennan päästöt ovat ennako-oletuksen mukaisesti suuremmat.

Kuva 27 esittää Hyvinkään vertailun esimerkkinä kunnasta, jossa eroa laskelmien välillä on molempiin suuntiin. Hyvinkäällä, Kuhmoisissa ja Maskussa erot laskelmien välillä ovat kohtuullisen pieniä, vaihdellen välillä -20–20 %.

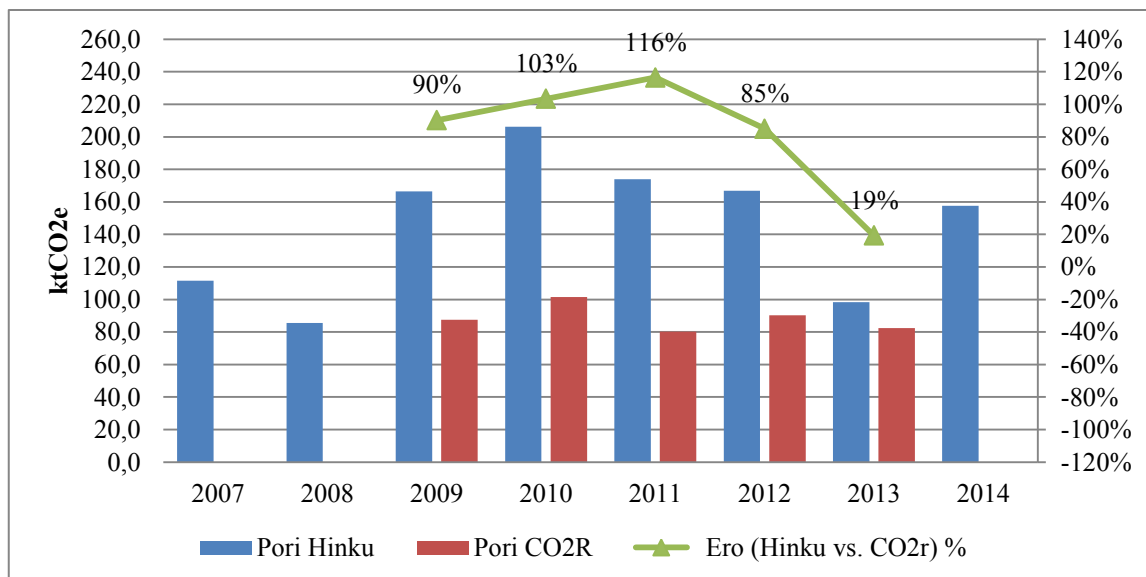


Kuva 27. Hyvinkään fossiiliset päästöt.

Muissa vertailtavissa kunnissa Hinku-laskennan päästöt ovat suuremmat, mutta ero CO2-raportin päästöihin vaihtelee 8 prosentista jopa 142 prosenttiin. Kuva 28 esittelee vertailun Mynämäen osalta, jossa ero on koko aikasarjan osalta suuri: Hinku-päästöt ovat 70–142 % suuremmat kuin CO2-raportin. Kuva 29 näyttää vertailun Porissa. Hinku-päästöt ovat systemaattisesti suuremmat kuin CO2-raportin, mutta prosentuaalinen ero vaihtelee suuresti (19–116 %).



Kuva 28. Mynämäen fossiiliset päästöt.



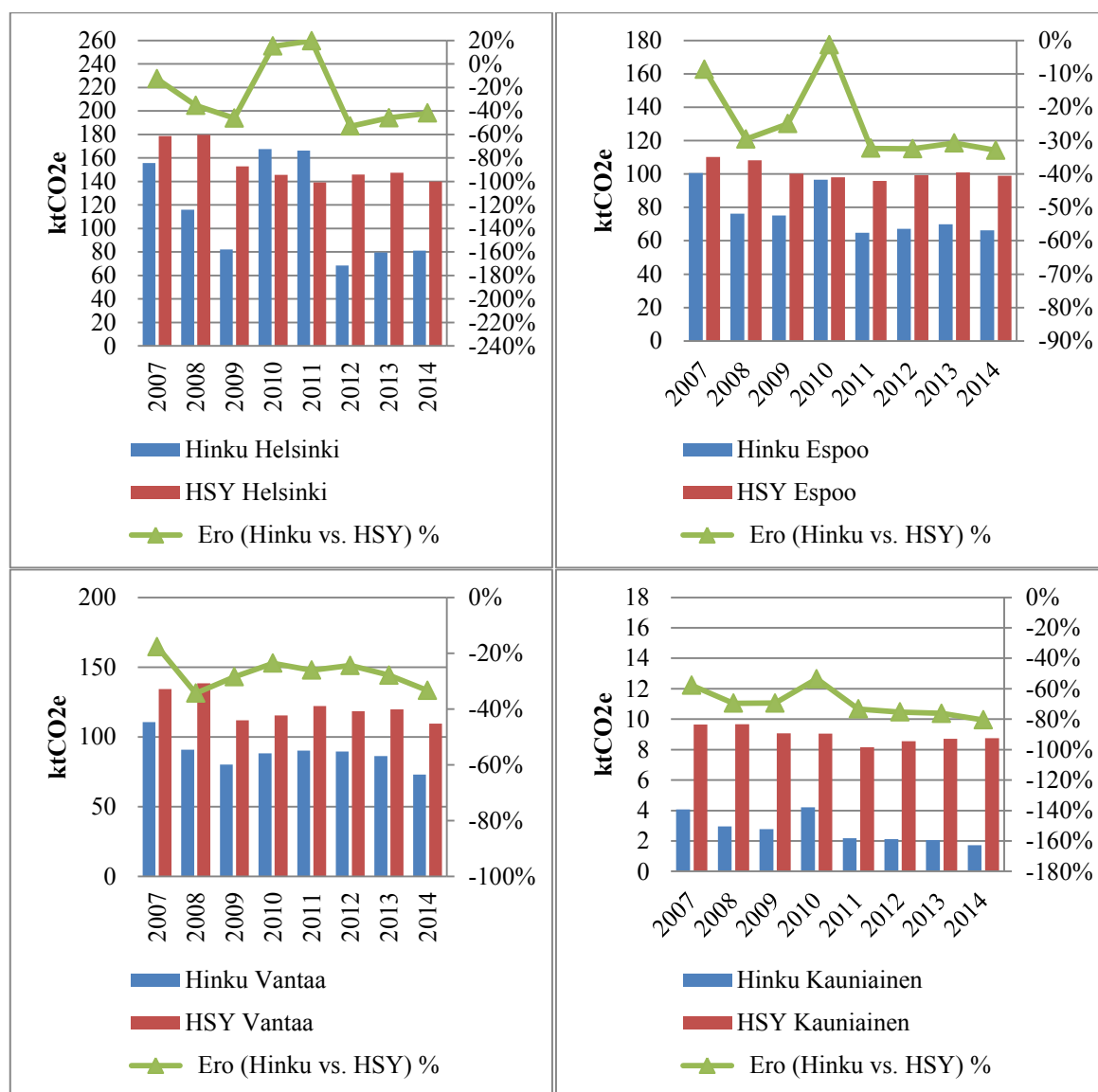
Kuva 29. Porin fossiiliset päästöt.

Porin osalta kuvaaja esittelee Hinku-laskennassa suuren ongelman: fossiilisten polttoaineiden päästöjen laskenta perustuu useaan tietolähteeseen, ja teollisuuspaikkakunnalla sekä laskennan virhemahdollisuudet että todellisuudessa tapahtuvat vuosivaihtelut vaikuttavat lopputulokseen huomattavasti. Aikasarjan suuret vuosittaiset muutokset johtavat siihen, että tämän sektorin päästöluvut eivät ole käyttökelpoisia juuri mihinkään tarpeeseen. Rakennusten lämmityksen osuus päästöistä jää epäselväksi, mutta toisaalta myös aikasarjasta ei ole mahdollista tulkita, minkälaisista teollisuuden polttoaineenkulutuksen muutoksista nämä päästömuutokset ovat seurausta. Kun kaupungissa sijaitsee useita päästökauppaan kuuluvia isoja laitoksia, on myös mahdollista, että VAHTI-tietojen puutteet tai virheet heijastuvat päästölukuihin. Tällöin osa päästömuutoksista saattaa todellisuudessa johtua päästökauppalaitoksista, joiden ei ylipäänsä pitäisi olla osa laskentaa.

Vuosikohtaiset vaihtelut saattavat osittain selittyä myös öljyn varastotaseen muutoksilla: öljysäiliön täyteen ostamisen ajankohta ei välttämättä korreloi käyttövuoden kanssa. Vaikka laskennallinen vuosikulutusmalli olisi hyvinkin tarkka, saattaa tulos silti erota myyntilukuihin perustuvasta kulutustiedosta.

5.3.2 Hinku-laskennan ja HSY:n fossiiliset polttoaineet

HSY:n laskennassa kaukolämmön lisäksi fossiilisten polttoaineiden päästöt jaetaan öljylämmitykseen sekä teollisuus ja työkoneet -sektoriin. Vertailussa on summattu nämä sektorit yhteen ja verrattu niitä Hinku-laskennan mukaiseen ”muut fossiiliset polttoaineet”-päästösektoriin. Kuva 30 esittelee vertailun pääkaupunkiseudun kunnissa. Espoossa, Kauniaisissa ja Vantaalla HSY:n luvut ovat joka vuonna vertailuajaksarjassa suurempia, Helsingissä poikkeuksia ovat vuosien 2010 ja 2011 päästöt, jotka ovat Hinku-laskennassa suurempia. 2010 poikkeuksellisen kylmänä vuotena näkyy Helsingin, Espoon ja Kauniaisten osalta Hinku-laskennassa ja vastaavasti HSY-laskennan lämmitystarvekorjaus tasoittaa aikasarjaa siten, että kyseisinä vuosina laskelmien välinen ero on pienempi. Vantaan osalta vuosi 2010 ei merkittävästi eroa muista vuosista.



Kuva 30. Pääkaupunkiseudun kuntien fossiilisten polttoaineiden päästöt.

Kuten kaukolämmössä, myös erillislämmityksen osalta laskelmien vertailussa nousee esiin lämmitystarvekorjausten vaikutus. Lämmitystarvekorjaus tasoittaa HSY:n öljylämmityspäästöjen aikasarjaa, mutta samalla se saattaa piilottaa todellisia kulutusmuutoksia. Kun lämmitystarve on useana vuonna peräkkäin pitkän ajan keskiarvoa pienempi, on seurauksena lämmityspäästöjen säännönmukainen ylöspäin korjaaminen.

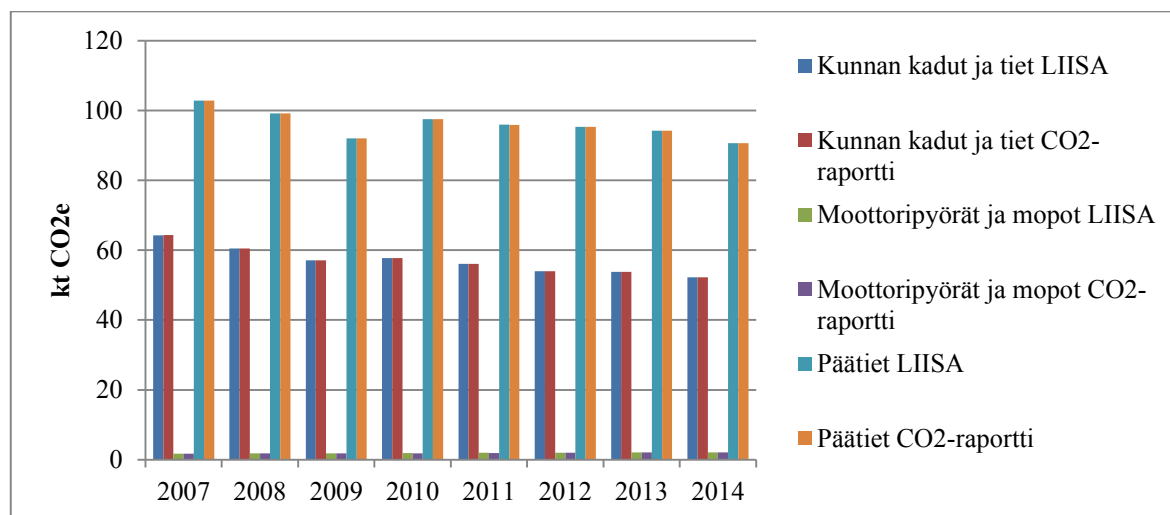
Hinku-laskennassa pääkaupunkiseudun osalta merkittävä rajoitus on maakaasu: mukana laskennassa ovat vain ne maakaasun kulutuskohdeet, joiden kulutustiedot löytyvät VAHTI-tietokannasta.

5.4 Tieliikenne

Kaikissa vertailtavissa päästölaskelmissa tieliikenteen päästötietojen lähde on VTT:n LIPASTO-mallin LIISA-alamalli. Tässä luvussa ei erikseen verrata LIISAn tuloksia Hinku-päästölaskentaan, sillä Hinku-päästölaskenta on käyttänyt LIISAn lukuja sellaisenaan.

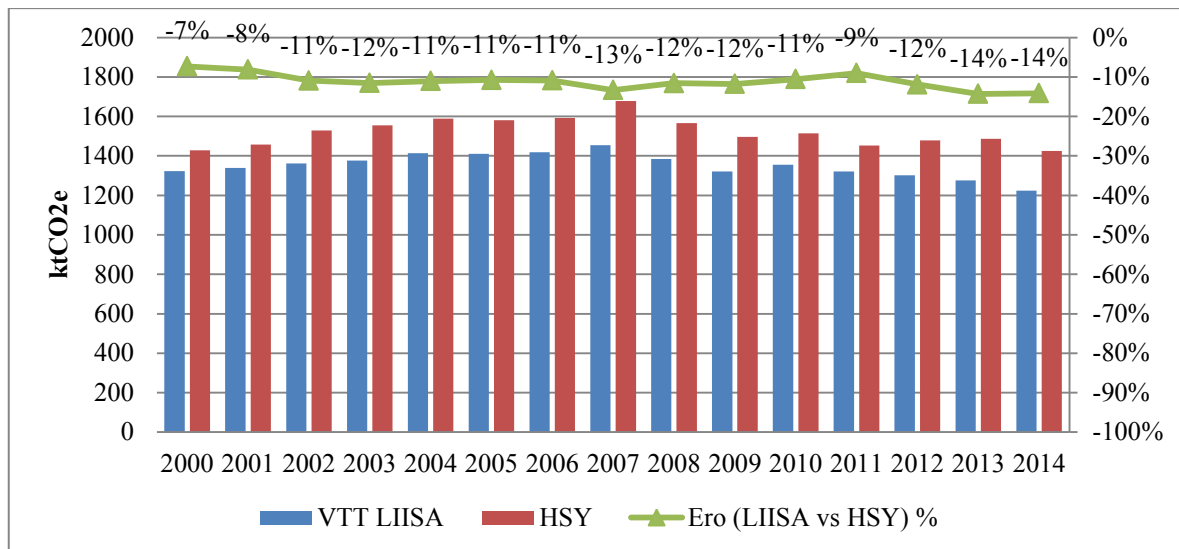
Vertailtaessa päivitettyyn LIISAan perustuvia Hinku-laskelmia ja CO2-raportin liikennepäästöjä voidaan todeta, että luvut ovat täysin samoja. CO2-raportti kertoo vuoden 2015 tulosten julkaisun yhteydessä siirtyneensä koko liikenteen päästöaikasarjassa uusitun LIISAn tuloksiin. Kuva 31 esittelee Lappeenrannan päästöaikasarjan esimerkkinä. Vertailussa mukana olevissa CO2-raportin vuosiraporteissa vastaava uusittu LIISA-malli on lähteenä myös Hyvinkäällä, Joensuussa, Mynämäellä ja Padasjoella. Vanhempien vuosiraporttien luvut ovat koko aikasarjan osalta eroavia.

LIISA-mallin käyttäminen tieliikenteen päästötietojen lähteenä on piirre joka yhdistää käytännössä kaikkea suomalaista päästölaskentaa.



Kuva 31. Lappeenrannan tieliikenteen päästöt vuosina 2007–2014.

Kuva 32 esittelee pääkaupunkiseudun liikennepäästöjen vertailun HSY:n ja VTT LIISAn välillä. HSY:n liikennepäästöt sisältävät myös vesi- ja raideliikenteen päästöt, LIISA pelkästään tieliikenteen. Nämä muut liikennepäästöt tuottavat 8-17 % suuremman päästösunnan verrattuna pelkkään tieliikenteeseen.



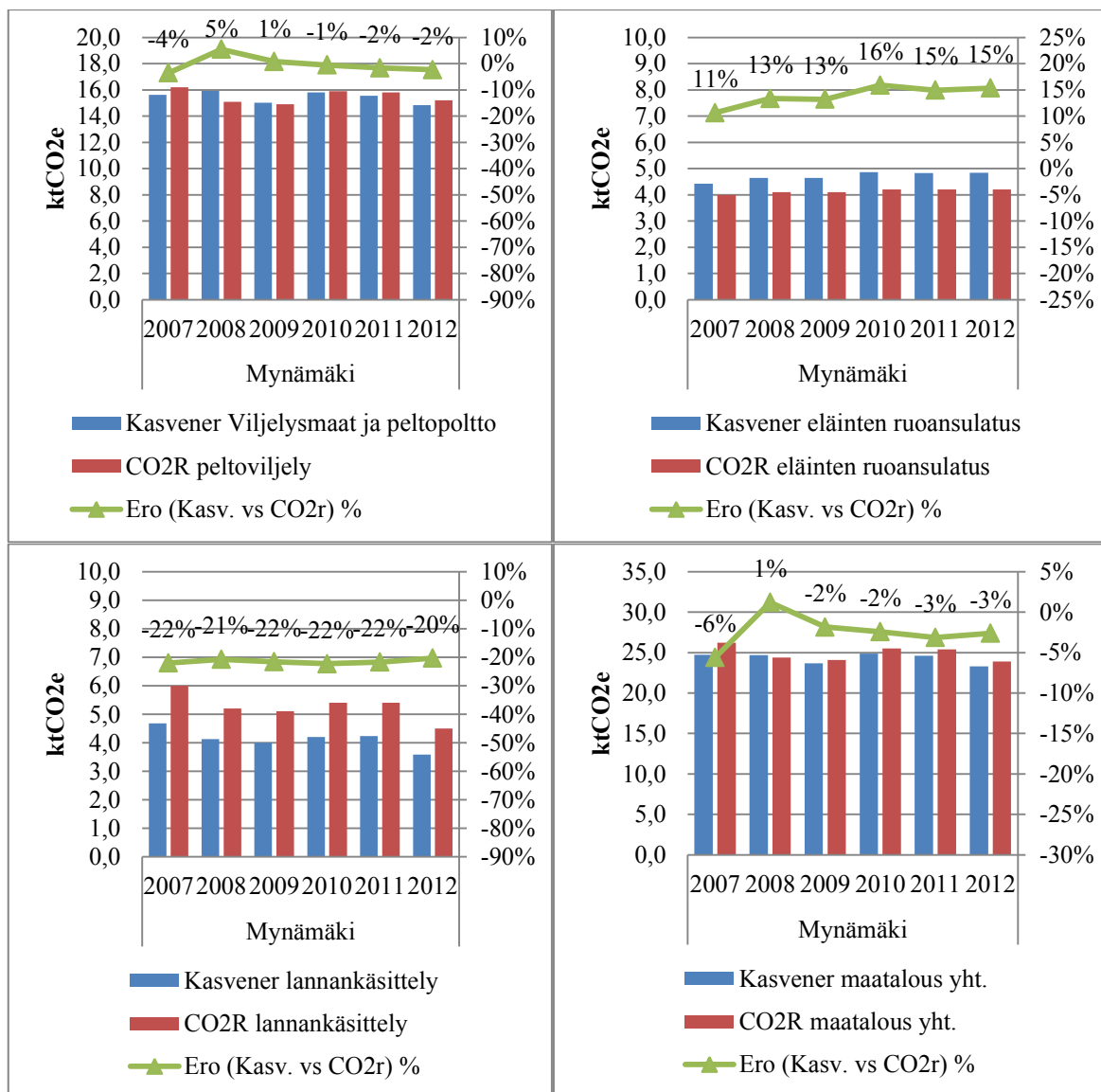
Kuva 32. HSY:n ja LIISAn pääkaupunkiseudun liikennepäästöjen vertailu.

5.5 Maatalous

5.5.1 Kasvenerin ja CO2-raportin maatalouspäästöt

Maatalouden päästölaskennassa Kasvener tarjoaa yksityiskohtaisemman sektorijaon kuin CO2-raportti, mutta vertailtavuuden vuoksi tässä Kasvener-tuloksista on laskettu yhteen maatalouden alajako CO2-raportin kanssa yhtenevään muotoon. Maatalouspäästöt on jaettu viljelysmaiden, lannankäsittelyn ja eläinten ruoansulatuksen päästöihin. Kuva 33 esittää Mynämäen osalta alasektorikohtaiset vertailut ja maatalouden kokonaispäästöjen vertailun.

Kasvenerin käyttämä kuntajako on vuoden 2014 tilanne, joten Porin luvut ovat vertailukelpoisia CO2-raportin kanssa: kumpikaan laskelma ei sisällä vuonna 2015 liitettyä Laviaa.



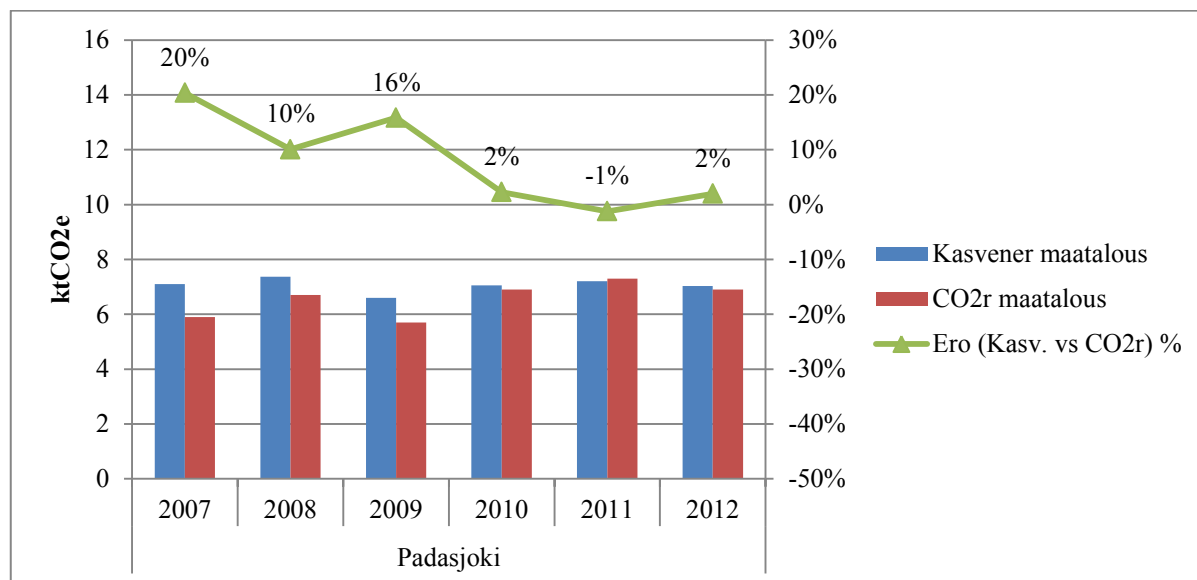
Kuva 33. Mynämäen maatalouspäästöt alasektoreittain ja yhteensä.

Vertailusta käy ilmi, että eläinten päästöt ovat kaikissa vertailtavissa kunnissa eri laskelmien välillä hyvin lähellä toisiaan. Viljelysmaiden päästöt eroavat selvemmin: suurimmassa osassa kuntia (Hyvinkää, Joensuu, Lappeenranta, Pori, Rauma) Kasvenerin päästöt ovat suuremmat, mutta Masku erottuu selvästi poikkeuksena. Kuhmoisissa, Mynämäellä ja Padasjoella peltöjen päästöt ovat laskelmien välillä lähes samat.

Eläinten ruoansulatuksen päästöt ovat Kasvenerissa kaikissa vertailtavissa kunnissa joka vuonna suuremmat. Lannankäsittelyn päästöt ovat kahta poikkeusta (Kuhmoinen 2009 ja Padasjoki 2007) lukuun ottamatta CO₂-raportissa suuremmat. On kuitenkin huomioitava, että CO₂-raportin pyöristys 0,1 ktCO₂e tarkkuuteen johtaa tilanteeseen, jossa eläinpäästöjen vertailu ei ole kovinkaan tarkkaa päästöjen ollessa vähäisiä.

Suurimmassa osassa kuntia Kasvenerin maatalouspäästöt ovat säännönmukaisesti suuremmat kuin CO₂-raportin. Masku on ainoa kunta, jossa CO₂-raportin maatalouspäästöt ovat Kasveneria suurempia koko aikasarjan osalta. Mynämäen ja Padasjoen osalta eroja löytyy molempiin suuntiin, mutta kyse on vain pienistä eroista.

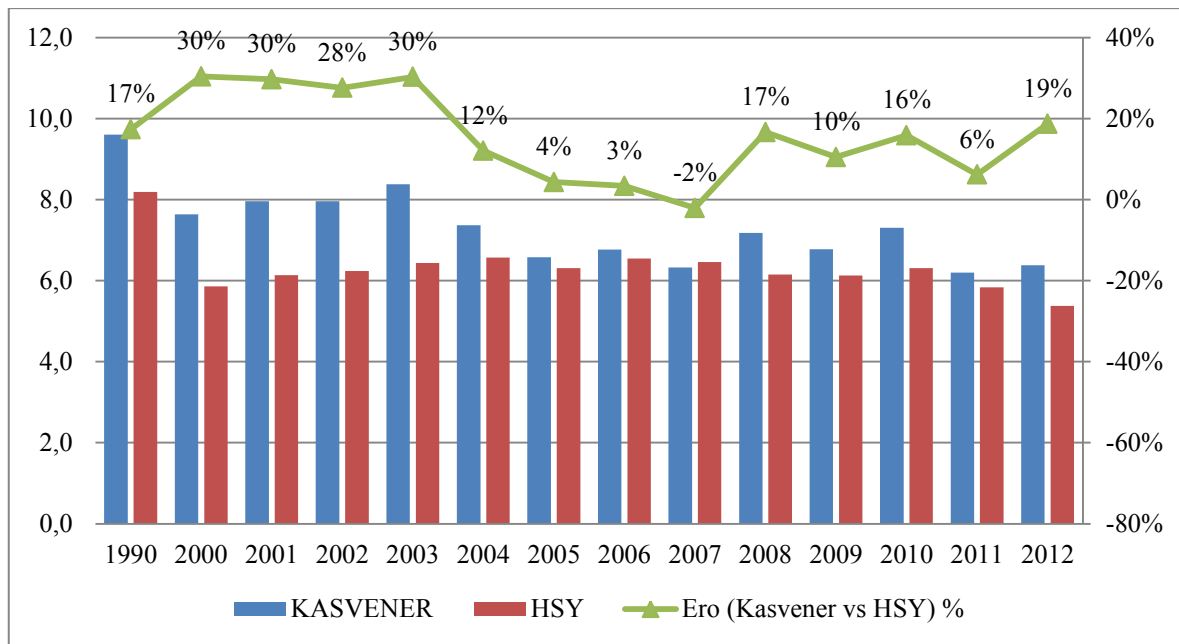
Maatalouspäästöjen eroavaisuuksien syitä ei ole mahdollista selittää pelkkien tulosten vertailun perusteella. Vertailtujen maatalouspäästöjen summissa (viljelysmaat, eläinten ruoansulatus ja lannankäsittely yhdessä) Kasvenerin ja CO2-raportin erot vaihtelevat välillä -21–34 %. Yksittäisten kuntien osalta erot ovat pienempiä: suurin yhden kunnan aikasarjassa oleva prosentuaalinen vaihtelu on Padasjoella, jossa mallien erot vaihtelevat aikasarjan sisällä välillä -1–20 % (kuva 34).



Kuva 34. Padasjoen maatalouspäästöt.

5.5.2 Kasvenerin ja HSY:n maatalouspäästöt

Pääkaupunkiseudun päästötaseessa maataloudella on marginaalisen pieni rooli. Kuva 35 esittää HSY:n laskennan ja Kasvenerin tulokset pääkaupunkiseudun maatalouspäästöistä. HSY raportoi maatalouden päästöt yhtenä lukuna, joten vertailun vuoksi myös Kasvenerin maatalouslaskennan alasektorit ovat summattuna yhteen. Kaaviosta huomataan, että Kasvenerin laskennassa on vuosivaihtelua HSY:n laskentaa enemmän, mutta päästöjen ollessa kokonaisuudessaan hyvin pienet, pitkälle meneviä tulkintoja eroista on vaikea tehdä.



Kuva 35. Pääkaupunkiseudun maatalouspäästöt yhteensä vuosina 1990 ja 2000–2012.

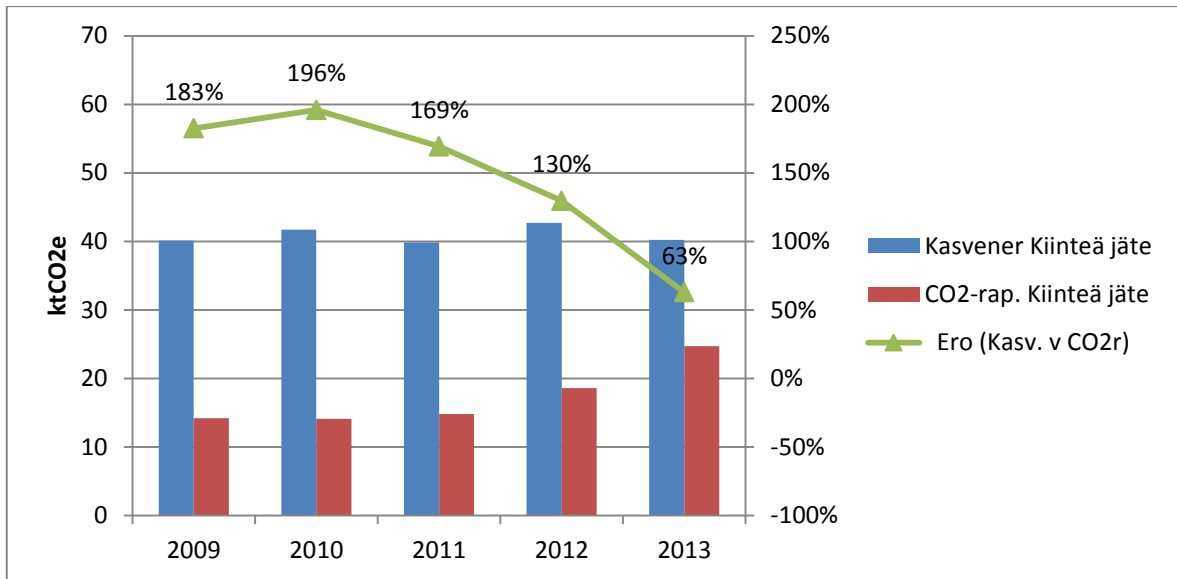
Pääkaupunkiseudun maatalouspäästöjen laskennassa Kasvenerin päästöt ovat vuotta 2007 lukuun ottamatta suurempia kuin HSY:n laskemat. Maatalouspäästöjen sisällyttäminen pääkaupunkiseudun kuntien päästölaskentaan auttaa lähinnä hahmottamaan maatalouden häviävän pienen merkityksen seudun kokonaispäästöissä. Pääkaupunkiseudun ilmastotyön kannalta sektorilla ei juuri ole merkitystä.

5.6 Jätehuolto

Hinku-laskennassa käytettiin ennen Kasvener-uudistuksen testiversion käyttöön saamista jätehuollon osalta ainoastaan asukaslukuun perustuvaa laskentaa, jossa vuosittainen kansallisen päästöinventaarion mukainen jätehuollon päästösumma jaettiin väkiluvun perusteella kunnille. Päivitety Kasvener-mallin testiversio tarjoaa jätehuollon päästöt kunnittain vuosilta 2005–2013, ja näitä lukuja on käytetty Hinku-kuntien päästöinventaariorissa. Tässä luvussa Kasvenerin jätehuollon päästölukuja verrataan CO2-raportin ja HSY:n jätepäästöihin. Kasvenerin jätehuollon sektorijako on yksityiskohtaisempi kuin kummankaan verrattavan järjestelmän.

5.6.1 Kasvenerin ja CO2-raportin jätepäästöt

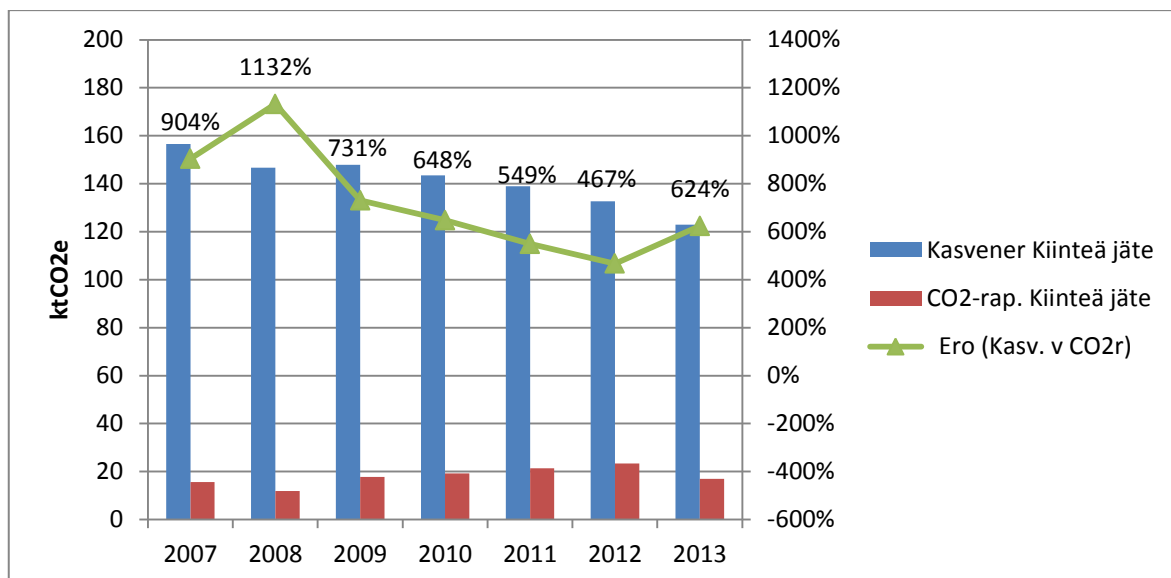
CO2-raportin sektorialajako jätepäästöjen osalta on kiinteä jäte ja jätevesi. Kasvenerin päästösektorit ovat vertailun mahdollistamiseksi summattu vastaavasti yhteen. Kuva 36 esittää Joensuun kiinteän jätteen päästöt esimerkkinä kunnasta jossa Kasvenerin ja CO2-raportin luvuissa ei näytä olevan selkeää korrelaatiota. Kuva 37 esittää Laitilan kiinteän jätteen päästöt, joissa kahden laskelman välillä on vertailtavien vuosien perusteella korrelaatio, mutta Kasvenerin päästöt ovat säännönmukaisesti suuremmat. Kuva 38 esittää Lappeenrannan kiinteän jätteen päästövertailun, jossa Kasvenerin luvut ovat moninkertaiset CO2-raporttiin verrattuna.



Kuva 36. Joensuun kiinteän jätteen päästöt.

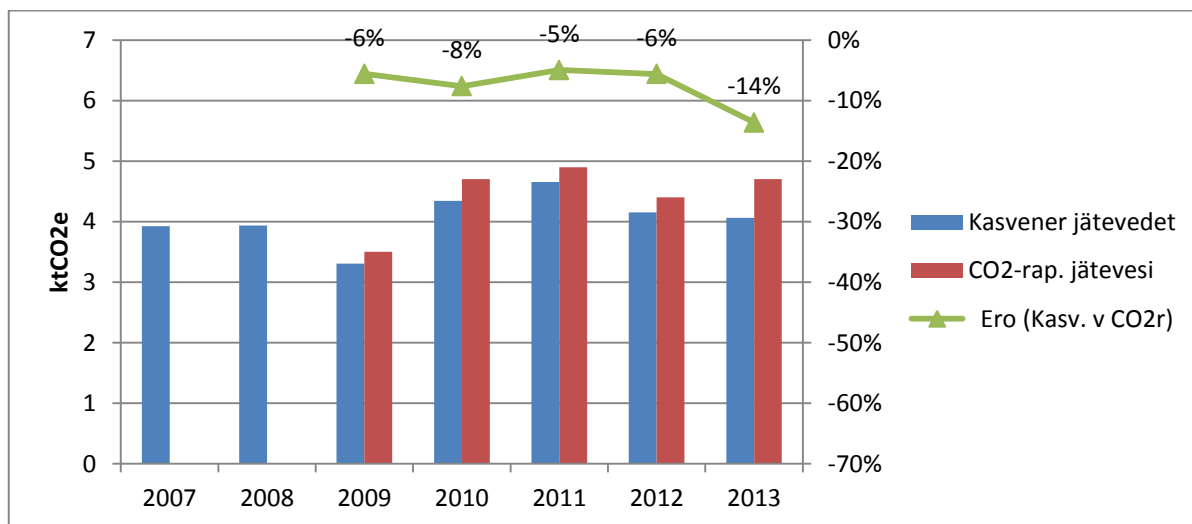


Kuva 37. Laitilan kiinteän jätteen päästöt.

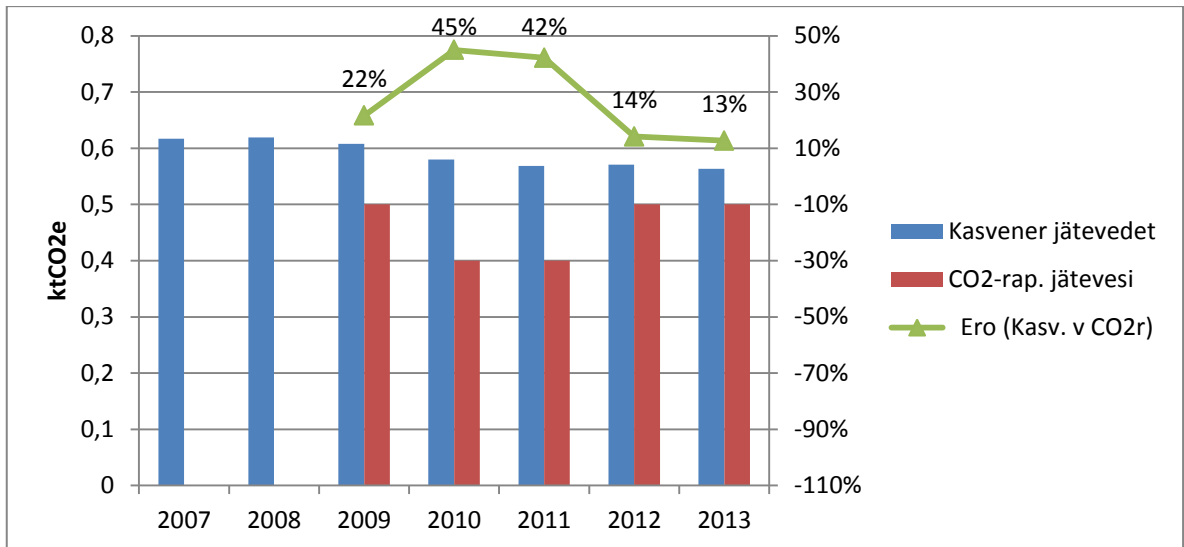


Kuva 38. Lappeenrannan kiinteän jätteen päästöt.

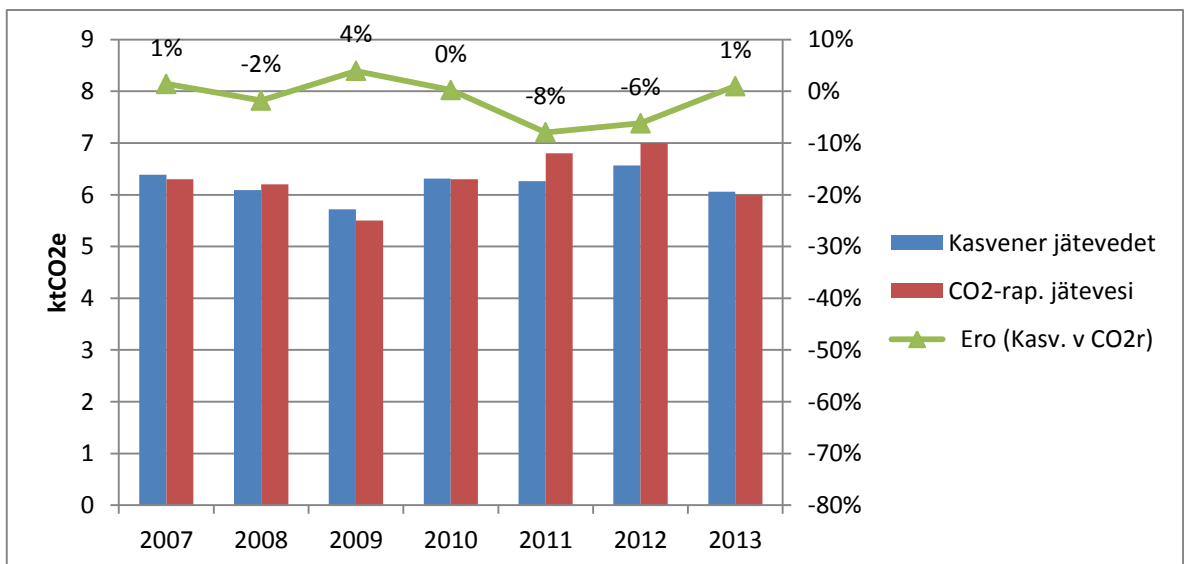
Kiinteän jätteen osalta Kasvenerin päästöt ovat poikkeuksetta suuremmat. Erot ovat kunnittain suuria: toisaalla kyse on moninkertaisesta erosta (Lappeenrannassa Kasvenerin tulokset 467–1132 % suuremmat), toisaalla erot ovat vain kymmeniä prosentteja. Jätevesien päästöt ovat suurelta osin yhtenevämpiä järjestelmien välillä, mutta eroja löytyy molempiin suuntiin. Jätevesien osuus jätehuollon päästöistä on kuitenkin vähäinen verrattuna kiinteän jätteen päästöihin. Seuraavat kaaviot (kuvat 39, 40 ja 41) esittävät samojen kuntien osalta jätevesien vertailun.



Kuva 39. Joensuun jätevesipäästöt.



Kuva 40. Laitilan jätevesipäästöt.



Kuva 41. Lappeenrannan jätevesipäästöt.

Jätevesipäästöjen vertailusta huomataan, että samansuuruiset ja -suuntaiset erot kuin kiinteän jätteen päästövertailussa eivät toistu jätevesien osalta. Jätevesien päästöt ovat laskelmien välillä paljon lähempänä toisiaan, ja erot eivät ole systemaattisia: Joensuussa CO2-raportti on joka vuonna suurempi, Laitilassa Kasvener on joka vuonna suurempi ja Lappeenrannassa erot ovat pieniä ja vaihtelevat vuosittain. On tosin huomattava, että pienissä kunnissa vertailun tarkkuus kärsii CO2-raportin pyöristyksestä 0,1 ktCO2e tarkkuuteen.

Tämän vertailun tuloksista ei ole mahdollista todeta, mistä suuret erot jätepäästöjen osalta johtuvat. Laskentaperusteiden osalta kummankin järjestelmän pitäisi noudattaa kansallisen inventaarion laskentamenetelmiä ja tietolähteitä. CO2-raportissa on virhemahdollisuudeksi todettu tietopuutteet ja epätarkkuudet suljettujen kaatopaikkojen osalta (32 s. 4760). Kasvenerin yksityiskohtaisemmassakaan sektorijaossa ei ole erittelyä suljettujen kaatopaikkojen päästöistä, joten pelkkien tulosten perusteella ei ole mahdollista arvioida, selittävätkö suljetut kaatopaikat suuret erot järjestelmien välillä.

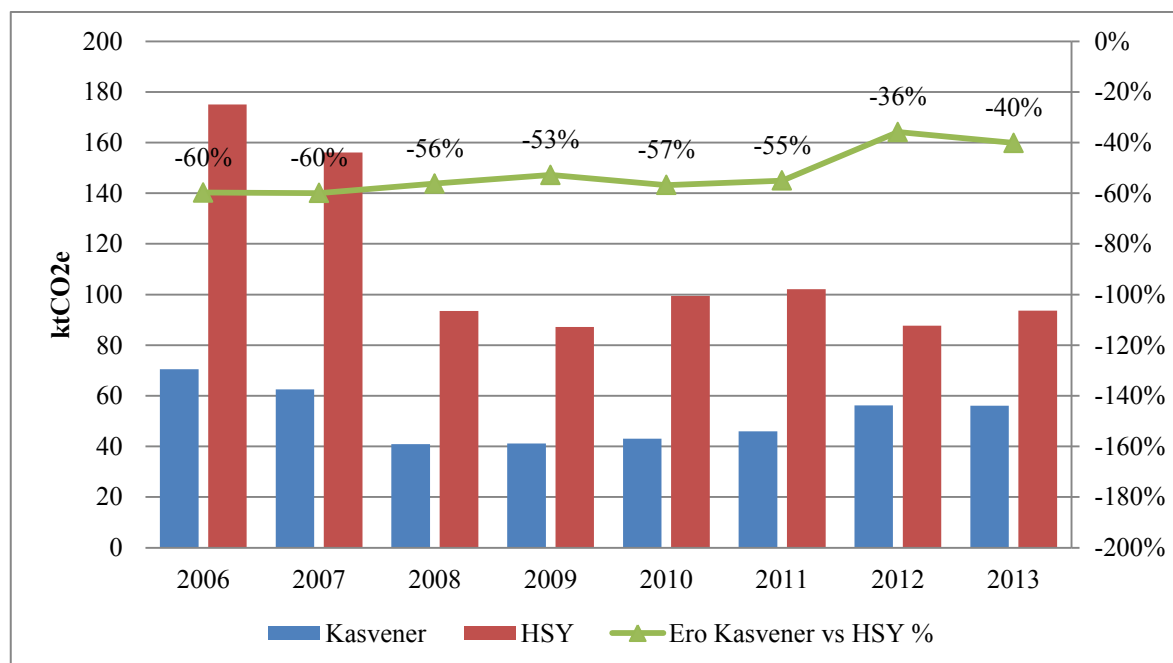
Kun Kasvenerin päästösumma koko maan osalta vastaa karkeasti kansallisen inventaarion vastaavia päästöjä, on todennäköistä että Kasvenerin kuntakohtaisetkin päästöt ovat suuruusluokaltaan oikeita. Yksittäisen kunnan osalta virheet ovat silti mahdollisia.

5.6.2 Kasvenerin ja HSY:n laskennan jätepäästöt

Päivitetyn Kasvenerin testiversiosta löytyy jätehuollon päästötietoja pääkaupunkiseudun kunnille vuosilta 2006–2013, mutta tiedot ovat puutteellisia:

- Kaatopaikkapäästöjen suhteen kaikista kunnista puuttuu tietoja useammalta vuodelta:
 - Espoossa päästöjä on ainoastaan vuodelle 2006
 - Helsingistä puuttuu 2008–2010
 - Kauniaisista puuttuu 2008–2009
 - Vantaalta puuttuu 2008–2011
- Yhdyskuntajätteen laitoskompostoinnin päästöjä on ainoastaan Espoossa.
- Helsingissä vuosina 2009–2010 kotikompostoinnin ja haja-asutuksen jätevesien päästöt ovat yli kymmenkertaiset muuhun aikasarjaan nähden.

Näiden seikkojen nojalla on ilmeistä, että pääkaupunkiseudun osalta Kasvenerin laskennassa on puutteita. Kuva 42 esittää seudun jätepäästöjen summan vertailun, josta voidaan todeta Kasvener-päästöjen olevan säännönmukaisesti paljon pienempiä HSY:n ilmoittamiin päästöihin verrattuna.



Kuva 42. Pääkaupunkiseudun jätepäästöt.

6 Johtopäätökset ja yhteenveto

Tässä työssä vertailtavat kuntatason päästöinventaariomenetelmät ovat pääosin samankaltaisia, ja käyttävät myös suurelta osalta samoja tietolähteitä. Rajausten, sektorijakojen ja tietolähteiden erot kuitenkin aiheuttavat sen, että kaikilta osin laskelmat eivät ole vertailukelpoisia.

Kuntatason päästölaskelmissa on useita toistensa kanssa osittain ristiriidassa olevia tavoitteita. Laskelmien halutaan olevan mahdollisimman tarkkoja, informatiivisia, päästövähennyksiin kannustavia, oikeudenmukaisia ja lisäksi yhteensopivia muiden päästöinventaarioiden kanssa. Tätä kautta yksiselitteiset parempi-huonompi -vertailut eivät ole mahdollisia. Myös laskentamenetelmiin liittyvät palvelut ovat osittain hyvin erilaisia: CO2-raportin tarjoama viikkotason päästöseuranta tarjoaa ajanmukaisia ennakkotietoja päästötilanteesta siinä missä Hinku-laskelmat ovat ainoastaan vuosi-inventaarioita.

Kasvener-mallin uudistus on myöhästynyt jo useamman vuoden, ja tämän työn taustaa-aineistoksi siitä saatiin ainoastaan jätehuollon ja maatalouden päästölukuja. Valmistuessaan Kasvener tarjoaa kaikille kunnille yhdenmukaisesti lasketun päästöinventaarion, ja erityisesti kuntien keskinäisen vertailun kannalta se on odotettu työkalu. Kasvener-päivityksen viivästys ja tulevien vuosien täydentämisen aikataulun epävarmuus tarkoittavat sitä, että Hinku-kunnille tarvitaan jatkossakin yksinkertaistettua inventaariomallia vuositasen seurantaan varten. Erillinen Hinku-laskenta mahdollistaa myös tuulivoimakompensaation kaltaiset tarkoitukselliset poikkeamat muista laskentamalleista.

Sähkönkulutuksen osalta erilaiset päästökertoimet ja sektorijaot johtavat tilanteeseen jossa samoista kulutustiedoista huolimatta päästöluvut eroavat eri laskelmien välillä. Fossiilisten polttoaineiden päästöissä Hinku-laskennan teollisuuden ja erillislämmityksen sisällyttäminen samaan päästösektoriin tuottaa lukuja, jotka eivät ole suoraan vertailukelpoisia muiden järjestelmien kanssa. Huomattavaa on, että joissakin kunnissa CO2-raportin öljylämmityksen laskennalliseen kulutukseen perustuva päästö on jopa suurempi kuin Hinku-laskennan öljynmyyntiin perustuva päästöluku. Kaukolämpöpäästöissä rajaukset ja menetelmät ovat pääosin samoja, mutta täysin samoja lopputuloksia eri järjestelmien laskenta ei silti tuota.

Liikenne on tämän vertailun päästösektoreista parhaiten yhteensopiva eri laskelmien välillä. Hinku-laskennassa ja CO2-raportissa käytetään pelkästään VTT LIISAn tieliikennepäästötietoja, HSY lisää LIISA-tietoihin oman laskentansa raide- ja vesiliikennepäästöistä.

Maatalouden päästölaskenta noudattaa laskelmien kuvausten perusteella kansallisen inventaarion menetelmiä, mutta eroja laskentajärjestelmien välillä on silti.

Jätehuollon päästölaskennassa erot laskentamallien tulosten välillä ovat viljejä. Jätehuollon päästöt muodostavat koko maan päästöistä kuitenkin vain 4 %, joten sektorin merkitys energiaperäisiin päästöihin ja maatalouteen verrattuna on vähäinen. Tämän työn vertailun perusteella ei ole mahdollista todeta, mistä erot jätepäästöissä johtuvat.

Kansallisen päästöinventaarion menetelmät ja kattavuus toistuvat kuntalaskelmissa vain osittain. Menetelmien osalta käytetyt päästökertoimet ovat pääsääntöisesti samoja, mutta sähkön ja kaukolämmön osalta kulutusperusteinen laskenta eroaa oleellisesti kansallisesta inventaariosta. Kulutusperusteisen laskennan pitäisi kuitenkin koko maan tasolla vastata kansallisen päästöinventaarion laskentaa, mikäli käytetyt tietolähteet ja päästökertoimet ovat samoja.

6.1 GPC-ohje ja suomalaiset laskentajärjestelmät

Tässä työssä vertaillut suomalaiset laskentajärjestelmät ovat vaihtelevasti GPC-ohjeen kanssa yhteensopivia. Jokainen malli tarvitsisi lisäyksiä tuottaakseen GPC:n BASIC-tason päästöinventaarion. Toisaalta laskentatarkkuudeltaan suomalaiset mallit ovat osittain huomattavasti tarkempia kuin GPC:n edellyttämät menetelmät.

GPC edellyttää laskennassa varsinaisten kulutusperusteisen päästölaskennan lisäksi myös alueellisia päästösummia, joissa otetaan huomioon alueella sijaitsevien voimalaitosten, kaatopaikkojen ja vastaavien pistelähteiden päästöt kokonaisuudessaan, riippumatta siitä mitä alueita niiden toiminnot palvelevat. Hinku-laskennassa ja CO₂-raportissa tällaisia lukuja ei ole mukana. HSY julkaisee myös alueperusteiset päästöt.

GPC:n edellyttämät uusiutuvien polttoaineiden päästöt eivät ole mukana yhdessäkään vertailluista järjestelmistä. GPC edellyttää kaikkien UNFCCC-raportoinnin kaasujen sisällyttämistä inventaarioon, mutta F-kaasut eivät sisälly vertailtujen järjestelmien inventaarioihin. Hinku-laskennasta puuttuvat lisäksi myös energiaperäiset CH₄- ja N₂O-päästöt.

Energiapäästöissä kaikki vertailtavat laskelmat käyttävät erilaista sektorijakoa kuin GPC:n ohjeistus. GPC edellyttäisi rakennustyypeittäin ryhmiteltyä päästöinventaariota, sen sijaan suomalaiset toimijat käyttävät jakoa sähkön ja muiden energiapäästöjen välillä. Myöskään polttoaineiden haihtumapäästöt eivät sisälly vertailtavien järjestelmien laskentaan.

GPC edellyttää BASIC-tasolla teollisuuden energiapäästöjen raportointia, joka ei sisälly CO₂-raportin perustasoon eikä päästökauppalaitosten osalta Hinku-laskentaan. GPC BASIC+ -tasoon kuuluvat teollisuusprosessien ja tuotteiden käytön (IPPU) päästöt eivät sisälly yhteenkään vertailtuun järjestelmään.

Tieliikenteen päästölaskennan osalta VTT:n LIISA-malli tarjoaa hyvin GPC:n vaatimuksiin sopivia päästötietoja. GPC kuitenkin edellyttää inventaariolta myös muiden liikennemuotojen päästöjä, jotka CO₂-raportissa ja Hinku-laskennasta puuttuvat. HSY laskee myös raide- ja vesiliikenteen päästöjä.

Maatalouspäästöt eivät kuulu GPC-ohjeen BASIC-tasoon lainkaan, mutta kaikissa vertailluissa laskelmissa ne ovat mukana. GPC:n BASIC+ edellyttäisi maatalouspäästöjen lisäksi myös LULUCF-päästöjä, jotka eivät sisälly vertailtaviin laskelmiin.

Jätehuollon päästölaskenta vastaa kaikissa vertailluissa laskelmissa GPC:n vaatimuksia.

GPC-ohje painottaa laskennan laaduntarkkailua, läpinäkyvyyttä ja sektorikohtaista laskentatarkkuuden arviointia. Tässä työssä vertailtujen laskentamallien tuloksista ei käy

ilmi se, kuinka paljon laskennan laatua seurataan. CO2-raportin vuosiraportointi sisältää kattavimmin kuvaukset laskennan rajauksista ja menetelmistä. Hinku-laskennan rajauksista, tietolähteistä ja suurimmista virhelähteistä sekä rajoitteista on myös julkaistu kuvaus. HSY ei ole julkaissut kuvausta laskentamenetelmistä.

6.2 Hinku-laskennan kehitysehdotukset

Tässä luvussa esitellään tämän työn tuloksina saatuja huomioita, joiden perusteella Hinku-laskentaa voisi kehittää paremmaksi.

Sähkön päästökertoimenä tähän asti käytetty sähköntuotannon päästökerroin ei kuvaa kulutetun sähkön aiheuttamia KHK-päästöjä, vaan tuottaa vuosittain säännönmukaisesti liian suuret päästöt. Kerroin tulisi vaihtaa kokonaiskulutuksen päästökertoimeksi, jolloin sähkön tuonti, vienti ja siirtohäviöt tulevat huomioiduksi asianmukaisesti. Viiden vuoden liukuva keskiarvo on ilmastotyön tukemisen kannalta toimiva ratkaisu, sillä se korostaa pidemmän ajan trendiä päästökertoimessa ja helpottaa kulutusmuutosten vaikutusten hahmottamista päästöluvuissa.

Laskentajärjestelmien yhdenmukaistamiseksi Hinku-laskennassa sähkönkulutuksen sektorijako olisi perusteltua vaihtaa lämmityssähkö-kulutussähkö -alajako korvaamaan nykyistä palvelut & rakentaminen - asuminen & maatalous -alajakoa. Sähkölämmitys on merkittävä energian kulutuskohde, jonka seuraaminen muusta kulutuksesta erillään auttaa havainnollistamaan suuruusluokkaa ja kiinnittämään huomiota potentiaaliin päästövähennyskohteisiin. Lämmityssähkölle käytetään sekä CO2-raportissa että HSY:n laskennassa erillistä päästökerrointa, joka on muun kulutuksen kerrointa korkeampi. Kahden kertoimen käyttäminen edellyttää lämmityssähkön kokonaiskulutuksen arvioimista koko maan tasolla, jotta sähkönkulutuksen kokonaispäästöt saadaan asianmukaisesti jyvitettyä lämmityssähkön ja muun sähkönkulutuksen välille. Tämä laskenta on mahdollista Tilastokeskuksen energiatilastojen pohjalta.

Teollisuuden sähkönkulutuksen osalta päästökauppalaitoskuntien approksimaatiota tulee korjata. Mikäli päästökauppaan kuuluvien laitosten sähkönkulutustietoja saadaan erillisillä kyselyillä selvitettyä, on niiden käyttäminen perusteltua. Mikäli tietoa laitosten sähkönkulutuksista ei saada, siirtymällä 10 prosentista 18 prosentin arvioon ei-päästökauppateollisuuden osuudesta kokonaiskulutuksesta saadaan kulutusarvio, joka koko maan tasolla johtaa parempaan lopputulokseen. Koska kuntakohtaisesti tämäkin arvio on erittäin karkea, on laskentatarkkuuden nimissä yksi mahdollisuus lisätä inventaarioon myös todellisella, täysimääräisellä kulutuksella laskettu päästöluku. Tämä täysimääräinen teollisuuden päästö määrä voidaan edelleen sulkea pois Hinku-päästövähennystavoitteen seurannasta, mutta se antaa kunnan kokonaistilanteesta yleiskuvan, ja toisaalta tarkkaan kokonaiskulutustietoon perustuvan päästöluvun.

Kaukolämmön osalta laskenta on pääosin yhtenevää muiden järjestelmien kanssa, eikä ilmeisiä muutostarpeita ole. Suurin ongelma on tietojen puuttuminen ET:n kaukolämpötilastosta, joidenkin kuntien ja yhtiöiden osalta säännönmukaisesti ja toisaalla yksittäisiltä vuosilta. Tilastopuutteiden paikkaaminen tarvittaessa suorilla kyselyillä kaukolämmöntuottajille parantaisi inventaariolaskennan luotettavuutta.

Fossiilisten polttoaineiden osalta erillislämmityksen erottaminen muusta polttoaineenkulutuksesta selkeyttäisi päästöinventaarion sektorijakoa huomattavasti. Erillislämmitys omana päästösektorinaan yhdenmukaistaisi laskentaa muiden järjestelmien kanssa, ja toisaalta myös havainnollistaisi paremmin päästölähteiden kokoluokkia. Öljylämmityskiinteistöjen kulutuksen arvioinnissa käytettävän rakennus- ja huoneistorekisterin tiedot ovat epätarkkoja ja vanhentuneita, mutta päästölaskelmien käyttökelpoisuuden näkökulmasta arvokkaampaa olisi kuitenkin informatiivisempi alajako. Öljylämmityskiinteistöjen lukumäärään voi soveltaa korjauskerrointa, jossa öljylämmityksen oletetaan vähentyneen koko maassa tasaisesti. Erottelemalla ”muut fossiiliset polttoaineet” -päästösektorin päästöistä laskennallisesti erillislämmityksen päästöt, jäisi jäljelle teollisuuden ja työ koneiden osio, joka pitäisi sisällään mahdollisen suuren vuosivaihtelun.

Liikenteen osalta VTT LIISA tarjoaa koko maan tasolla tarkimman mahdollisen arvion tieliikennepäästöistä, ja se on myös tietolähde jota kaikki toimijat käyttävät. Hinku-kuntien inventaarioissa on toistaiseksi ilmoitettu tieliikenteen päästöt summattuna, mutta alajako tie- ja katuverkon päästöihin auttaisi havainnollistamaan läpiajoliikenteen osuutta päästöistä, eikä myöskään heikennä laskennan tarkkuutta. Läpiajoliikenteen erottelu tarkasti ei ole LIISAn tulosten perusteella mahdollista.

Raide- ja vesiliikenteen sekä ilmailun päästöjä ei ole toistaiseksi Hinku-laskentaan sisällytetty. Näiden merkitys tieliikenteeseen verrattuna on pieni, eikä VTT LIISAn kaltaista kuntakohtaista dataa tarjoavaa lähdettä ole olemassa. Mikäli päästöjen kuntakohtaiseen allokointiin löydetään dataa, voidaan muitakin liikennepäästöjä jatkossa sisällyttää Hinku-laskentaan. Niiden vaikutus kokonaispäästöihin on pieni, mutta ilmastotyön ohjausvaikutuksen kannalta voi olla hyödyllistä tarjota päästöinventaariorissa kokonaiskuva siitä, miten suuri osa liikennepäästöistä on peräisin tieliikenteestä.

Maatalouden osalta Kasvener tarjoaa Hinku-käyttöön riittävän tarkan kuntakohtaisen laskennan. Sektorin kokonaissumman lisäksi voidaan ilmoittaa päästöt jaettuna eläin- ja viljelysmaaperäisiin päästöihin, mikä tarjoaa yksityiskohtaisempaa tietoa päästöjen alkuperästä.

Jätehuollon päästölaskennassa on tämän työn vertailun perusteella suuria eroja eri järjestelmien välillä. Koko maan tasolla jätepäästöjen osuus on pieni, mutta tietyissä kunnissa Kasvener-laskennan jätepäästöt muodostavat merkittävän osuuden kokonaispäästöistä. Pelkän yhden jätepäästöluvun sijaan voidaan tuloksissa raportoida Kasvener-pohjaisista luvuista erikseen teollisuuden ja yhdyskuntien jätteiden päästöt. Teollisuusjätteiden päästöjen erottaminen mahdollistaa myös keskustelun siitä, halutaanko niitä ylipäänsä sisällyttää Hinku-kuntien päästövähennystavoitteisiin, kun päästökauppateollisuuden muut päästöt on rajattu pois.

Teollisuusprosessit ja tuotteiden käyttö -päästösektori on tähän mennessä puuttunut Hinku-laskennasta kokonaan. Teollisuusprosessipäästöistä valtaosa liittyy päästökauppaan kuuluviin toimintoihin, mutta sektori sisältää myös muista lähteistä peräisin olevia F-kaasujen päästöjä. Kylmä- ja ilmastointilaitteet ovat merkittävin F-kaasupäästöjen lähde, ja yksi mahdollinen suunta laskennan kehittämiseksi olisikin jatkoselvittää, voidaanko F-kaasujen päästöjä arvioida kuntatasolla.

Vaikka toteuttamiskelpoisia parannusehdotuksia tämän työn pohjalta löytyikin, jää laskentaan joka tapauksessa erilaisia – merkittäviäkin – virhelähteitä ja epävarmuuksia. Läpinäkyvyyden kannalta on oleellista, että laskentamenetelmät, rajaukset, rajoitteet ja käytetyt oletukset dokumentoidaan mahdollisimman tarkasti. Tämä auttaa myös tulosten tulkinnassa ja osaltaan tekee päästöinventaarioista käyttökelpoisempia.

Erilaisten, merkitykseltään suhteellisten pienten, puuttuvien päästösektoreiden lisääminen inventaarioon ei todennäköisesti muuta kunnittaisia kokonaispäästöjä tai niiden muutoksia paljoa. Kuitenkin päästöinventarioiden viestinnällisen arvon kannalta näiden päästöjen lisääminen mukaan laskentaan saattaa olla kannattavaa: inventaariossa mukana olevan pienen päästön pieni painoarvo kokonaisuudessa on ilmeinen huomio, sen sijaan inventaariosta puuttuvan päästösektorin merkitys jää epävarmaksi.

Sektorikohtaiset uudistusehdotukset tiivistettynä:

- Sähkö
 - Vaihdetaan päästökerroin tuotannon kertoimesta kokonaiskulutuksen kertoimeksi
 - Parannetaan ETS-laitosten kulutuksen arviota
 - Muutetaan sektorijakoa: lämmityssähkön ja muun kulutuksen erottelu
- Kaukolämpö
 - Ei muutostarpeita
- Muut fossiiliset polttoaineet
 - Jaetaan sektori erillislämmitykseen ja muuhun kulutukseen
- Liikenne
 - Ei laskennan muutoksia, esitetään alajako tie- ja katupäästöihin
- Maatalous
 - Ei laskennan muutoksia, esitetään alajako eläin- ja viljelysmaapäästöihin
- Jätehuolto
 - Ei laskennan muutoksia, esitetään alajako yhdyskunta- ja teollisuusjätepäästöihin

Lähdeluettelo

1. UNFCCC. First steps to a safer future: Introducing The United Nations Framework Convention on Climate Change. [Online] 2014. [Viitattu 4.7.2016]. Saatavissa: http://unfccc.int/essential_background/convention/items/6036.php.
2. IPCC. *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Chapter 1 - Introduction to the 2006 guidelines*. 2006. S. 1-12. ISBN 4-88788-032-4.
3. UNFCCC. Feeling the Heat: Climate Science and the Basis of the Convention. [Online] 2014. [Viitattu 4.7.2016]. Saatavissa: http://unfccc.int/essential_background/the_science/items/6064.php.
4. IPCC. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers*. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press, 2013. ISBN 978-1-107-66182-0.
5. —. Annex III: Glossary. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom : Cambridge University Press, 2013. ISBN 978-1-107-66182-0.
6. UNFCCC. Doha amendment to the Kyoto Protocol. [Online] 2012. [Viitattu 27.12.2016]. Saatavissa: http://unfccc.int/files/kyoto_protocol/application/pdf/kp_doha_amendment_english.pdf.
7. Tilastokeskus. *Suomen kasvihuonekaasupäästöt 1990-2015*. Helsinki, 2016. ISBN 978-952-244-563-6 (pdf).
8. UNFCCC. *Kyoto Protocol Reference Manual: On accounting of emissions and assigned amount*. 2008. ISBN 92-9219-055-5.
9. Tilastokeskus. Greenhouse Gas Emissions in Finland 1990-2014: National Inventory Report under the UNFCCC and the Kyoto Protocol. [Online] 15.4.2016. [Viitattu 9.10.2016]. Saatavissa: http://tilastokeskus.fi/static/media/uploads/tup/khkinv/fi_un_nir_2014_20160415.pdf.
10. Euroopan komissio. 2030 climate & energy framework. [Online] 22.9.2016. [Viitattu 25.9.2016]. Saatavissa: http://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030/index_en.htm.
11. —. Proposal for an Effort Sharing Regulation 2021-2030. [Online] 22.9.2016. [Viitattu 25.9.2016]. Saatavissa: http://ec.europa.eu/clima/policies/effort/proposal/index_en.htm.
12. Energiavirasto. Yleistä päästökaupasta. [Online] 2016. [Viitattu 25.9.2016]. Saatavissa: <https://www.energiavirasto.fi/yleista-paastokaupasta>.
13. Päästökauppalaki 8.4.2011/311. [Online] [Viitattu 25.9.2016]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110311>.
14. Energiavirasto. Laitoskohtaiset tiedot päästöistä 2008 - 2014. [Online] 19.2.2016. [Viitattu 9.9.2016]. Saatavissa: http://www.energiavirasto.fi/documents/10191/0/Laitoskohtaiset+tiedot+vuosien+2008-2014_p%C3%A4st%C3%A4st%C3%B6ist%C3%A4.pdf/c4d3b6f3-17ff-472f-937d-a4846847f996.
15. Ympäristöministeriö. KAISU - Keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelma. [Online] 22.11.2016. [Viitattu 22.11.2016]. Saatavissa: <http://www.ymp.fi/Ilmastosuunnitelma2030>.
16. Lindroos, Tomi J. & Ekholm, Tommi. *Taakanjakosektorin päästökehitys ja päästövähennystoimet vuoteen 2030*. Espoo: Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy, 2016. ISBN 978-951-38-8393-5.
17. Greenhouse Gas Protocol. *Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories*. World Resources Institute, 2014. ISBN: 1-56973-846-7.

18. **Tilastokeskus.** Kasvihuonekaasuinventaario. [Online] 7.6.2016. [Viitattu 30.6.2016]. Saatavissa: <http://tilastokeskus.fi/tup/khkinv/index.html>.
19. **ICLEI Europe.** ICLEI Europe: About ICLEI. [Online] 2016. [Viitattu 3.8.2016]. Saatavissa: <http://www.iclei-europe.org/about-iclei/>.
20. —. ICLEI Europe: Who are our Members? [Online] 2016. [Viitattu 3.8. 2016]. Saatavissa: <http://www.iclei-europe.org/members/who-are-our-members/>.
21. **C40 Cities.** About C40. [Online] 2016. [Viitattu 7.10.2016.]. Saatavissa: <http://www.c40.org/about>.
22. **Kuntaliitto.** Kuntien ilmastokampanjan esite. [Online] 2011. [Viitattu 30.9.2016]. Saatavissa: <http://www.kunnat.net/fi/asiantuntijapalvelut/ymparisto/ilmastonmuutos/ilmastokampanja/Documents/ilmastokampanjan%20esite.pdf>.
23. —. Kuntien ilmastokampanja. [Online] 6.8.2015. [Viitattu 30.9.2016]. Saatavissa: www.kunnat.net/ilmastokampanja.
24. Suomen ympäristökeskus > Alueellinen kasvihuonekaasupäästöjen arviointimalli (KASVENER). [Online] 10 9, 2013. [Viitattu 21.3.2016]. Saatavissa: <http://www.syke.fi/hankkeet/kasvener>.
25. **Suomen ympäristökeskus.** Kohti hiilineutraalia kuntaa (HINKU) . [Online] 11 6, 2013. [Viitattu 13.11.2016]. Saatavissa: [http://www.syke.fi/fi-fi-Tutkimus_kehittaminen/Tutkimus_ja_kehittamishankkeet/Hankkeet/Kohti_hiilineutraalia_kuntaa_HINKU](http://www.syke.fi/fi-fi/Tutkimus_kehittaminen/Tutkimus_ja_kehittamishankkeet/Hankkeet/Kohti_hiilineutraalia_kuntaa_HINKU).
26. —. HINKU-foorumi: Hinku-kunnat. [Online] 23.6.2016. [Viitattu 13.11.2016]. Saatavissa: http://www.hinku-foorumi.fi/fi-FI/Tietoa_foorumista/Hinkukunnat.
27. —. HINKU-foorumi: Päästölaskenta. [Online] 30.3.2016. [Viitattu 13.11.2016]. Saatavissa: http://www.hinku-foorumi.fi/fi-FI/Tietoa_foorumista/Paastolaskenta.
28. **Petäjä, Jouko.** *KASVENER*. [Excel-tilukko] s.l. : Suomen ympäristökeskus, 10.5.2007.
29. **Suomen ympäristökeskus.** HINKU-foorumi > Päästölaskenta Hinkussa vuonna 2015. [Online] 12 9, 2015. [Viitattu 21.3.2016] <http://www.hinku-foorumi.fi/fi-FI/Paastokehitys/Paastolaskenta>.
30. —. HINKU-foorumi > Päästökehitys. [Online] 20.11.2015. [Viitattu 4.7.2016]. Saatavissa: <http://www.hinku-foorumi.fi/fi-FI/Paastokehitys/Paastokehitys%2836212%29>.
31. **Benviroc Oy.** CO2-raportti - Benviroc. [Online] 2016. [Viitattu 3.4.2016]. Saatavissa: <http://www.benviroc.fi/palvelut/co2-raportti>.
32. **Monni, Suvi & Syri, Sanna.** *Weekly greenhouse gas emissions of municipalities: Methods and comparisons*. Energy Policy, 2011. Vol. 39:9. S. 4755-4765. ISSN: 0301-4215.
33. **HSY.** Pääkaupunkiseudun kasvihuonekaasupäästöt. [Online] 21.6.2016. [Viitattu 15.9.2016]. Saatavissa: <https://www.hsy.fi/fi/asiantuntijalle/ilmastonmuutos/hillinta/seuranta/Sivut/Paastot.aspx>.
34. **Lounasheimo, Johannes.** Ilmastoasiantuntija. HSY. Helsinki. Haastattelu 2.1.2017.
35. **The Greenhouse Gas Protocol.** GHG Protocol for Cities. [Online] 2012. [Viitattu 3.8.2016]. Saatavissa: <http://www.ghgprotocol.org/city-accounting>.
36. **Energiateollisuus ry.** Kunnat sähkön käytön suuruuden mukaan. [Online] [Viitattu 7.6.2016] . Saatavissa: <http://energia.fi/tilastot-ja-julkaisut/sahkotilastot/sahkonkulutus/sahkon-kaytto-kunnittain>.
37. —. *Sähkönkulutus kunnittain 2014*. [Excel-tilukko] 2015.
38. **Tilastokeskus.** Energia 2015: Sähkön ja lämmön tuotanto, energialähteet ja hiilidioksidipäästöt 2000-2014 (hyödynjakomenetelmä). [Online] 2015. [Viitattu

- 28.6.2016]. Saatavissa:
http://pxweb2.stat.fi/sahkoiset_julkaisut/energia2015/data/t03_04_4.xls.
39. **Motiva Oy**. CO2-päästökertoimet: Kuvaus hyödynjakomenetelmästä. [Online] 2013. [Viitattu 8.1.2017]. Saatavissa:
http://www.motiva.fi/files/6820/Kuvaus_hyodynjakomenetelmasta.pdf.
40. **Tilastokeskus**. *Sähkön hankinnan päästöt*. [Excel-tilauskoko] 2015.
41. **Energiatieteiden tutkimuskeskus ry**. *Kaukolämpötilasto 2014*. 2015. ISSN 0786-4809.
42. **Tilastokeskus**. Tilastokeskuksen PX-Web-tietokannat: Rakennukset käyttötarkoituksen ja lämmitysaineen mukaan. [Online] 31.12.2015. [Viitattu 4.12.2016]. Saatavissa:
http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__asu__rakke/020_rakke_tau_102.px/.
43. **Suomen ympäristökeskus SYKE**. Kulttuuriympäristön kuvaajat: Rakennuskanta. [Online] 5.9.2013. [Viitattu 4.12.2016]. Saatavissa: http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Elinymparisto_ja_kaavoitus/Elinymparisto/Kulttuuriymparisto/Kulttuuriympariston_hoidon_keinot/Kulttuuriympariston_kuvaajat_2011/Rakennuskanta_2011%2823931%29.
44. **Öljy- ja biopolttoaineala ry**. Energiatieteellinen öljylämmitys. [Online] 2016. [Viitattu 4.12.2016]. Saatavissa: <http://www.oil.fi/fi/lammitys/energiatieteellinen-oljylammitys>.
45. **Greenhouse Gas Protocol**. *Allocation of GHG Emissions from a Combined Heat and Power (CHP) Plant*. [Online] 2006. [Viitattu 5.12.2016]. Saatavissa:
www.ghgprotocol.org/files/ghgp/tools/CHP_guidance_v1.0.pdf.
46. **Tilastokeskus**. Energia 2015: Primäärienergiälähteet Suomessa. [Online] 26.1.2016. [Viitattu 3.12.2016]. Saatavissa:
http://pxweb2.stat.fi/sahkoiset_julkaisut/energia2015/data/t01_07.xls.
47. —. Energia 2015: Maakaasun kulutus. [Online] 2016. [Viitattu 8.1.2017]. Saatavissa:
http://pxweb2.stat.fi/sahkoiset_julkaisut/energia2015/data/t02_05.xls.
48. —. Energia 2015: Primäärienergiälähteet Suomessa. [Online] 2016. [Viitattu 8.1.2017]. Saatavissa: http://pxweb2.stat.fi/sahkoiset_julkaisut/energia2015/data/t01_07.xls.
49. **VTT**. LIPASTO järjestelmän kuvaus. [Online] [Viitattu 10.9.2016]. Saatavissa:
http://lipasto.vtt.fi/lipasto_kuvaus.htm.
50. —. Tieliikenne - Kunnittaiset päästöt. *Lipasto - liikenteen päästöt*. [Online] 20.6.2016. [Viitattu 4.1.2017]. Saatavissa: <http://lipasto.vtt.fi/liisa/kunnat.htm>.
51. **Mäkelä, Kari**. Päästöt uudesta LIPASTO:sta: Tietoa tietokannoista. [Online] 2015. [Viitattu 22.9.2016.]. Saatavissa: <http://docplayer.fi/4145839-Paastot-uudesta-lipasto-sta-tietoa-tietokannoista-ilmansuojelupaivat-2015-kari-makela-erikoistutkija.html>.
52. **VTT**. LIPASTO: Tieliikenne - Suorite. [Online] [Viitattu 6.12.2016]. Saatavissa:
<http://lipasto.vtt.fi/liisa/suorite.htm>.
53. **Petäjä, Jouko**. Erikoistutkija. SYKE. Helsinki. Haastattelu 31.10.2016.
54. **Benviroc Oy**. *Lappeenrannan kasvihuonekaasupäästöt 2007-2014*. Espoo, 2016.
55. **Energiatieteiden tutkimuskeskus ry**. *Kaukolämpötilasto 2009*. 2010. ISSN 0786-4809.
56. **Ilmatieteen laitos**. Lämmitystarveluvut. [Online] [Viitattu 7.1.2017]. Saatavissa:
<http://ilmatieteenlaitos.fi/lammitystarveluvut>.

Liitteet

Liite 1. Päästökaupan piiriin kuuluvat toiminnot

Päästökauppalain (13) soveltamisalaan kuuluvat toiminnot:

- 1) polttoaineiden poltto laitoksissa, joiden nimellinen kokonaislämpöteho on yli 20 megawattia, ei kuitenkaan jätteiden poltto laitoksissa tai laitoksen osissa, joissa ympäristönsuojelulain (527/2014) mukaisessa ympäristöluvassa annettujen määräysten mukaisesti noudatetaan jätteiden polttolaitosta koskevia vaatimuksia; (27.6.2014/533)
- 2) mineraaliöljyn jalostus;
- 3) koksen tuotanto;
- 4) malmien, mukaan lukien sulfidimalmit, pasutus, sintraus ja pelletointi;
- 5) raudan- ja teräksen tuotanto, mukaan lukien jatkuva valu, jos tuotantokapasiteetti on yli 2,5 tonnia tunnissa;
- 6) rautametallien, rautaseokset mukaan luettuina, tuotanto tai jalostus polttoyksiköissä, joiden nimellinen kokonaislämpöteho on yli 20 megawattia;
- 7) muiden kuin rautametallien, mukaan luettuna seokset, tuotanto tai jalostus polttoyksiköissä, joiden nimellinen kokonaislämpöteho pelkistiminä käytetyt polttoaineet mukaan luettuina on yli 20 megawattia;
- 8) sementtiklinkkerin tuottaminen kiertouuneissa, joiden tuotantokapasiteetti on yli 500 tonnia päivässä tai muun tyyppisissä uuneissa, joiden tuotantokapasiteetti on yli 50 tonnia päivässä;
- 9) kalkin tuotanto taikka dolomiitin tai magnesiitin kalsinointi kiertouuneissa tai muun tyyppisissä uuneissa, joiden tuotantokapasiteetti on yli 50 tonnia päivässä;
- 10) lasin valmistus, mukaan lukien lasikuidut, jos sulatuskapasiteetti on yli 20 tonnia päivässä;
- 11) keraamisten tuotteiden valmistus polttamalla, jos tuotantokapasiteetti on yli 75 tonnia päivässä;
- 12) mineraalivillan valmistus lasista, kivistä tai kuonasta, jos sulatuskapasiteetti on yli 20 tonnia päivässä;
- 13) kipsin kuivaus tai kalsinointi taikka kipsilevyjen ja muiden kipsituotteiden valmistus polttoyksiköissä, joiden nimellinen kokonaislämpöteho on yli 20 megawattia;
- 14) massan valmistus puusta tai muista kuitumateriaaleista;
- 15) paperin ja kartongin valmistus, jos tuotantokapasiteetti on yli 20 tonnia päivässä;
- 16) hiilimustan tuotanto, johon liittyy orgaanisten aineiden karbonointi polttoyksiköissä, joiden nimellinen kokonaislämpöteho on yli 20 megawattia;
- 17) ammoniakkin tuotanto;
- 18) suurissa erissä tuotettavien orgaanisen kemian kemikaalien tuotanto, jossa käytetään krakkausta, reformointia, osittaista tai täydellistä hapetusta taikka vastaavia menetelmiä ja tuotantokapasiteetti on yli 100 tonnia päivässä;
- 19) vetykaasun ja synteetikaasun tuotanto, jossa käytetään reformointia tai osittaista hapetusta ja tuotantokapasiteetti on yli 25 tonnia päivässä;
- 20) kalsinoidun soodan ja natriumbikarbonaatin tuotanto;
- 21) kasvihuonekaasujen talteenotto tämän lain soveltamisalaan kuuluvista laitoksista niiden kuljettamiseksi ja geologiseksi varastoinniseksi hiilidioksidin geologisesta varastoinnista ja neuvoston direktiivin 85/337/ETY sekä Euroopan parlamentin ja

neuvoston direktiivien 2000/60/EY, 2001/80/EY, 2004/35/EY, 2006/12/EY ja 2008/1/EY ja asetuksen (EY) N:o 1013/2006 muuttamisesta annetun Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2009/31/EY, jäljempänä *hiilidioksidin geologisesta varastoinnista annettu direktiivi*, mukaisesti sallittuun varastointipaikkaan;

22) kasvihuonekaasujen kuljettaminen putkistojen kautta geologista varastointia varten hiilidioksidin geologisesta varastoinnista annetun direktiivin mukaisesti sallittuun varastointipaikkaan;

23) kasvihuonekaasujen geologinen varastointi hiilidioksidin geologisesta varastoinnista annetun direktiivin mukaisesti sallitussa varastointipaikassa;

24) alumiinin sekundäärituotanto polttoyksiköissä, joiden nimellinen kokonaislämpöteho on yli 20 megawattia;

25) alumiinin primäärituotanto, sekä lisäksi tuotannon perfluorihilipäästöt;

26) typpihapon tuotanto, sekä lisäksi tuotannon typpioksiduulipäästöt;

27) adipiinihapon tuotanto, sekä lisäksi tuotannon typpioksiduulipäästöt;

28) glyoksaali- ja glyoksyylihapon tuotanto, sekä lisäksi tuotannon typpioksiduulipäästöt.

Liite 2. CO2-raportin päästöt Hinku-kunnissa

Yksikkö kt CO₂ ekv. Vuosiluvussa * kuvaa ennakkotietoa.

Hyvinkää														
Vuosi	Kuluttajien sähkönkulutus	Teollisuuden sähkönkulutus	Kaukolämpö	Sähkölämmitys	Maalämpö	Erillislämmitys	Moottoripyörät ja mopot	Päätiet	Kunnan kadut ja tiet	Eläinten ruuansulatus	Lannankäsittely	Peltoviljely	Kiinteä jäte	Jätevesi
2009	48,1	24,4	68,6	18,3	0,2	26,6	1,1	58,1	35,2	1,2	0,8	5,2	11,3	0,7
2010	55,8	27,1	72,6	25,7	0,4	31,1	1,2	61,2	35,6	1,2	0,8	6	11,5	0,7
2011	43,3	23	68,8	18,3	0,4	25,3	1,2	60,1	34,6	1,4	0,8	6	11,1	0,6
2012	29,8	15,1	74,3	13,3	0,3	27,5	1,3	60	33,2	1,4	0,6	5,8	10	0,7
2013	36,2	18,9	60,2	15,1	0,4	25,8	1,3	59,2	33,4	1,4	0,6	5,7	9,6	0,6
2014	29,4	17	67,7	12	0,3	26,2	1,3	59,9	32,6	1,5	0,6	5,7	7,2	0,6
2015*	22,7		60,8	9,3	0,3	23,7				1,4	0,5	5,7	7,2	0,6
Joensuu														
Vuosi	Kuluttajien sähkönkulutus	Teollisuuden sähkönkulutus	Kaukolämpö	Sähkölämmitys	Maalämpö	Erillislämmitys	Moottoripyörät ja mopot	Päätiet	Kunnan kadut ja tiet	Eläinten ruuansulatus	Lannankäsittely	Peltoviljely	Kiinteä jäte	Jätevesi
2009	65,2	68,1	102,8	38,8	0,5	48,6	1,8	57,7	58,5	8,9	2,6	10,4	14,2	3,5
2010	82,7	178,4	114,4	50,9	0,6	53,9	1,9	60,4	59,1	8,8	2,6	11,3	14,1	4,7
2011	67,2	141,1	90,5	37,3	0,6	44,8	2	59,3	57,5	8	2,4	11	14,8	4,9
2012	42,8	85,5	96,5	26,9	0,5	47,9	2	59,5	55,3	7,6	2,3	10,7	18,6	4,4
2013	53,5	166,9	63,6	29,1	0,6	43,1	2,2	59,7	55,2	7,6	2,3	10,8	24,7	4,7
2014	43	134,6	60,7	23,8	0,5	42,2	2,2	62,7	53,8	7,1	2,1	10,5	16,7	4,6
2015*	33,2		55,3	18,7	0,4	38,7				7,1	2,1	10,4	16,7	4,6
Kuhmoinen														
Vuosi	Kuluttajien sähkönkulutus	Teollisuuden sähkönkulutus	Kaukolämpö	Sähkölämmitys	Maalämpö	Erillislämmitys	Moottoripyörät ja mopot	Päätiet	Kunnan kadut ja tiet	Eläinten ruuansulatus	Lannankäsittely	Peltoviljely	Kiinteä jäte	Jätevesi
2008	3,3	0,5	0	1,4		5,4	0,1	10,2	2,5	1,6	0,9	2,2	0,4	0,2
2009	3,8	0,6	0	1,9	0	5,9	0,1	9,3	2,4	1,7	0,5	2,1	0,4	0,2
2010	4,5	0,7	0	2,6	0	6,6	0,1	9,3	2,4	1,7	0,5	2,4	0,5	0,2
2011	3,6	0,2	0	1,9	0	5,3	0,1	8,6	2,2	1,7	0,5	2,4	0,6	0,2
2012	2,9	0,1	0	1,3	0	5,9	0,1	8,3	2,1	1,7	0,5	2,4	0,6	0,2
2013*	3,6		0,1	1,5	0	5,3				1,8	0,5	2,5	0,6	0,2

	Laitila													
Vuosi	Kuluttajien sähkönkulutus	Teollisuuden sähkönkulutus	Kaukolämpö	Sähkölämmitys	Maalämpö	Erillislämmitys	Moottoripyörät ja mopot	Päätiet	Kunnan kadut ja tiet	Eläinten ruuansulatus	Lannankäsittely	Peltoviljely	Kiinteä jäte	Jätevesi
2009	5,5	7,5	1,2	7,2	0	11	0,2	22,2	6,5	2	7,2	15,2	3,8	0,5
2010	7,8	8,6	1,2	10,8	0	12,3	0,2	23,4	6,6	2	7,2	16	3,8	0,4
2011	4,5	8,5	0,5	8,6	0	9,8	0,2	23	6,4	2,3	8	16,3	3,5	0,4
2012	2,6	5,1	1,1	6,8	0	10,1	0,2	23	6,2	2,4	7,2	16	3,3	0,5
2013	4	7,2	1	7	0,1	9,1	0,2	22,8	6,1	2,3	7,3	16	3,6	0,5
2014	2,8	5,9	0,4	5,1	0,1	8,8	0,2	22,7	6	2,6	7,1	15,8	3,5	0,5
2015*	2,1		0,4	4	0,1	8,1				2,7	6,8	15,8	3,5	0,5
	Lappeenranta													
Vuosi	Kuluttajien sähkönkulutus	Teollisuuden sähkönkulutus	Kaukolämpö	Sähkölämmitys	Maalämpö	Erillislämmitys	Moottoripyörät ja mopot	Päätiet	Kunnan kadut ja tiet	Eläinten ruuansulatus	Lannankäsittely	Peltoviljely	Kiinteä jäte	Jätevesi
2007	91,8	747,2	90	26,5		37,7	1,7	102,8	64,3	11,8	5,5	25,6	15,6	
2008	69	494,5	105,4	18,8		35,5	1,8	99,2	60,5	11,7	5,4	23,1	11,9	6,2
2009	76,3	484,2	114,7	24,9	0,3	39,2	1,8	92	57,1	11,2	5,1	22,5	17,8	5,5
2010	106,2	626,4	77,2	35,1	0,5	46	1,8	97,5	57,7	11,1	4,9	24,6	19,2	6,3
2011	77,8	492,9	63,9	25,5	0,5	37,9	1,9	95,9	56,1	10,3	4,5	23,9	21,4	6,8
2012	54,6	325,1	55	18,2	0,4	40,7	2	95,3	54	10	4,2	23,7	23,4	7
2013	68,3	385,9	49,3	19,8	0,5	36,8	2,1	94,2	53,8	9,9	3,8	23,3	17	6
2014	54,4	320,2	50,8	15,4	0,4	37,2	2,1	90,6	52,2	9,5	3,7	23	13,6	5,8
2015*	42		46,2	12	0,3	34				8,8	3,7	22,9		
	Masku													
Vuosi	Kuluttajien sähkönkulutus	Teollisuuden sähkönkulutus	Kaukolämpö	Sähkölämmitys	Maalämpö	Erillislämmitys	Moottoripyörät ja mopot	Päätiet	Kunnan kadut ja tiet	Eläinten ruuansulatus	Lannankäsittely	Peltoviljely	Kiinteä jäte	Jätevesi
2008	6,9	0,5	0,5	4,7		10,6	0,2	20,3	8,9	0,6	1,1	5,8	0,8	0,4
2009	7,6	0,5	0,6	6,2	0,2	11,7	0,2	19,1	8,7	0,6	1,2	5,7	0,8	0,4
2010	9,8	0,7	0,6	8,4	0,3	12,7	0,2	20	8,7	0,6	1,5	5,9	0,7	0,3
2011	7,4	0,6	0,5	6,4	0,2	10,5	0,2	19,6	8,4	0,6	1,4	5,9	0,8	0,4
2012	5,3	0,4	0,6	4,5	0,2	11,2	0,2	19,2	8,4	0,6	1,8	6	0,8	0,4
2013	6,4	0,5	0,6	5,3	0,2	10,7	0,2	19,2	8,4	0,5	2	6,1	0,7	0,4
2014*	5,4		0,5	3,9	0,2	10,3	0,2	19,2	8,4	0,5	2	6,1	0,7	0,4

	Mynämäki													
Vuosi	Kuluttajien sähkönkulutus	Teollisuuden sähkönkulutus	Kaukolämpö	Sähkölämmitys	Maalämpö	Erillislämmitys	Moottoripyörät ja mopot	Päätiet	Kunnan kadut ja tiet	Eläinten ruuansulatus	Lannankäsittely	Peltoviljely	Kiinteä jäte	Jätevesi
2007	10,8	2,2		4,1	0	11,8	0,2	20,8	5	4	6	16,2	0,6	0,4
2008	8	1,2	0,1	3,1	0	11,8	0,2	20	4,7	4,1	5,2	15,1	0,7	0,4
2009	8,9	1,2	1,2	4	0	9,4	0,2	19	4,4	4,1	5,1	14,9	0,6	0,4
2010	11,2	1,4	1,9	5,9	0,1	8,5	0,2	20	4,5	4,2	5,4	15,9	0,6	0,4
2011	8,1	1,1	0,8	4,5	0,1	6,5	0,2	19,6	4,3	4,2	5,4	15,8	0,7	0,4
2012	5,5	0,7	1,2	3,2	0,1	6,8	0,2	19,7	4,1	4,2	4,5	15,2	0,7	0,4
2013	6,4	1,1	1,3	3,7	0,1	6,7	0,2	19,3	4,1	4,1	4,7	15,3	0,5	0,4
2014	5,1	0,8	1	2,8	0,1	6,4	0,2	19,1	4	4,2	4,8	15,3	0,6	0,4
2015*	3,9		0,9	2,2	0	5,8				4,4	5,1	15,9	0,6	0,4
	Padasjoki													
Vuosi	Kuluttajien sähkönkulutus	Teollisuuden sähkönkulutus	Kaukolämpö	Sähkölämmitys	Maalämpö	Erillislämmitys	Moottoripyörät ja mopot	Päätiet	Kunnan kadut ja tiet	Eläinten ruuansulatus	Lannankäsittely	Peltoviljely	Kiinteä jäte	Jätevesi
2007	5,4	1		3,1	0	5,7	0,1	11,1	2,1	1,5	0,9	3,5	0,5	0,3
2008	3,5	0,7	0,1	2,4	0	5,1	0,1	10,7	2	1,5	1,5	3,7	0,5	0,3
2009	4,2	0,7	2,4	3	0	2,8	0,1	10,1	1,9	1,4	1,1	3,2	0,5	0,3
2010	5,3	0,9	0,5	4,2	0	2,9	0,1	10,7	1,9	1,6	1,4	3,9	0,7	0,3
2011	4	0,6	0,4	2,9	0	2,2	0,1	10,5	1,8	1,6	1,7	4	0,5	0,3
2012	2,6	0,4	1,2	2,1	0	2,7	0,1	10,5	1,7	1,5	1,5	3,9	0,5	0,3
2013	3,1	0,5	1,2	2,3	0	2,4	0,1	10,1	1,7	1,6	1,7	4,1	0,5	0,3
2014	2,6	0,4	1,1	1,9	0	2,4	0,1	9,9	1,6	1,5	1,4	3,8	0,5	0,3
2015*	2		1	1,4	0	2,2				1,3	1,3	3,6	0,5	0,3
	Pori													
Vuosi	Kuluttajien sähkönkulutus	Teollisuuden sähkönkulutus	Kaukolämpö	Sähkölämmitys	Maalämpö	Erillislämmitys	Moottoripyörät ja mopot	Päätiet	Kunnan kadut ja tiet	Eläinten ruuansulatus	Lannankäsittely	Peltoviljely	Kiinteä jäte	Jätevesi
2009	97,7	91,6	133,6	49,4	0,3	87,5	1,6	63,9	70,6	2,6	1,1	11,2	29,7	2,4
2010	126,7	165,2	125,3	70,8	0,5	101,4	1,7	66,9	71,8	2,6	1,3	12,8	28,5	2,5
2011	109,8	89,5	102,5	49,1	0,4	80,3	1,7	63,8	68,8	2,7	1,3	12,7	27	1,9
2012	69,1	55,6	111,3	35,6	0,3	90,2	1,8	62,8	68,2	2,7	1	12,5	24,1	1,8
2013	82,1	70,3	96,2	39,6	0,5	82,4	1,8	62,8	68,2	2,6	1,3	12,4	24	1,5
2014*	68,9		95,8	30,4	0,4	82,1	1,8	62,8	68,2	2,6	1,3	12,4	24	1,5

	Rauma													
Vuosi	Kuluttajien sähkönkulutus	Teollisuuden sähkönkulutus	Kaukolämpö	Sähkölämmitys	Maalämpö	Erillislämmitys	Moottoripyörät ja mopot	Päätiet	Kunnan kadut ja tiet	Eläinten ruuansulatus	Lannankäsittely	Peltoviljely	Kiinteä jäte	Jätevesi
2008	31,4	456,8	10,5	15,8		47,9	0,8	31,9	34,8	1,8	1,6	8,1	20,4	3,1
2009	36,4	429,1	24,8	20,6	0,2	52,6	0,8	30,7	33,4	1,7	1,8	8	20,2	2,8
2010	43,5	560,6	28,8	29,5	0,3	60,2	0,8	33	33,9	1,7	1,6	8,6	12,1	2,8
2011	37,3	438,2	18,3	20,8	0,2	47,9	0,8	31,8	32,4	1,6	1,3	8,4	9,2	1,2
2012	24,5	320,7	17,5	14,7	0,2	52,2	0,9	31,3	32,1	1,5	1,2	8,1	11,5	2,8
2013	23,5	379,5	12,3	16,3	0,3	47,6	0,9	31,3	32,1	1,4	0,8	8	10,8	2,9
2014*	19,8		10,1	12,5	0,2	47,5	0,9	31,3	32,1	1,4	0,8	8	10,8	2,9

Liite 3. HSY:n pääkaupunkiseudun kuntien päästöt

Pääkaupunkiseudun käyttöperusteiset kasvihuonekaasupäästöt vuosina 1990 ja 2000–2015.
Lähde: HSY 2016. Johannes Lounasheimo. Yksikkö: 1000 t CO₂-ekv. Vuosiluvussa *
kuvaava ennakkotietoa.

ESPOO	Kaukolämpö	Öljylämmitys	Sähkölämmitys	Kulutussähkö	Liikenne	Teollisuus ja työkonet	Jätteiden käsittely	Maatalous	YHTEENSÄ
1990	344	85	70	158	289	55	100	3	1 105
2000	454	88	105	247	320	35	81	2	1 332
2001	467	89	111	239	329	35	73	2	1 347
2002	480	92	116	261	345	28	61	2	1 385
2003	513	92	121	304	348	35	54	2	1 468
2004	513	90	126	351	359	32	51	2	1 524
2005	474	89	132	336	359	27	30	2	1 449
2006	505	89	136	362	361	25	39	2	1 519
2007	503	87	139	366	403	23	35	2	1 558
2008	506	88	143	316	357	20	21	2	1 454
2009	486	84	143	287	349	16	20	2	1 386
2010	415	82	146	315	357	16	22	2	1 355
2011	486	80	149	278	344	16	23	2	1 378
2012	622	83	152	242	346	16	20	2	1 484
2013	621	84	154	226	343	17	21	2	1 467
2014	647	83	156	197	326	16	23	2	1 450
2015*	572	83	156	149	327	16	20	2	1324

HELSINKI	Kaukolämpö	Öljylämmitys	Sähkölämmitys	Kulutussähkö	Liikenne	Teollisuus ja työkonet	Jätteiden käsittely	Maatalous	YHTEENSÄ
1990	1 809	125	85	516	686	181	291	2	3 694
2000	1 415	121	109	694	749	114	225	1	3 429
2001	1 483	120	113	655	758	104	202	2	3 436
2002	1 566	119	118	689	791	93	167	2	3 544
2003	1 612	118	123	803	807	210	145	2	3 819
2004	1 534	116	121	904	819	84	136	1	3 715
2005	1 454	110	122	906	803	92	77	1	3 565
2006	1 723	109	124	960	797	63	102	1	3 879
2007	1 509	108	126	964	820	70	91	1	3 690
2008	1 329	109	132	848	786	70	54	1	3 330
2009	1 424	106	132	756	754	47	51	1	3 271
2010	1 419	105	134	824	750	40	57	1	3 332
2011	1 406	102	134	725	710	37	59	1	3 174
2012	1 425	103	135	620	727	43	51	1	3 104
2013	1 368	104	136	580	751	43	54	1	3 037
2014	1 413	103	136	516	722	37	61	1	2 989
2015*	1341	103	136	378	731	37	53	1	2779

KAUNIAINEN	Kaukolämpö	Öljylämmitys	Sähkölämmitys	Kulutussähkö	Liikenne	Teollisuus ja työkoneet	Jätteiden käsittely	Maatalous	YHTEENSÄ
1990	14	8	4	7	10	0	5	0	48
2000	18	8	5	7	11	0	3	0	54
2001	19	9	6	7	11	0	3	0	55
2002	19	9	6	7	12	0	2	0	56
2003	21	9	6	9	12	0	2	0	58
2004	21	9	6	10	12	0	2	0	60
2005	19	9	6	9	12	0	1	0	58
2006	20	9	6	10	12	0	1	0	60
2007	20	9	6	10	14	0	1	0	61
2008	20	9	6	8	12	0	1	0	58
2009	20	9	6	7	11	0	1	0	55
2010	17	9	6	8	12	0	1	0	53
2011	18	8	7	7	12	0	1	0	52
2012	25	8	7	6	12	0	1	0	59
2013	25	8	7	6	12	0	1	0	59
2014	26	8	7	6	12	0	1	0	60
2015*	23	8	7	4	12	0	1	0	54

VANTAA	Kaukolämpö	Öljylämmitys	Sähkölämmitys	Kulutussähkö	Liikenne	Teollisuus ja työkoneet	Jätteiden käsittely	Maatalous	YHTEENSÄ
1990	295	81	65	165	318	99	89	3	1 115
2000	298	85	93	268	349	72	71	3	1 239
2001	348	85	98	231	360	69	64	3	1 257
2002	334	85	103	236	381	66	53	3	1 261
2003	351	85	107	312	388	64	46	3	1 356
2004	325	79	110	318	398	52	43	3	1 330
2005	349	75	117	320	407	71	25	3	1 367
2006	350	74	117	346	422	72	33	3	1 416
2007	363	71	122	349	441	63	29	3	1 441
2008	379	69	125	307	411	69	18	3	1 381
2009	395	66	134	272	382	46	16	3	1 314
2010	398	66	136	300	395	49	19	3	1 367
2011	426	65	138	268	388	57	19	3	1 364
2012	459	66	140	227	394	53	17	2	1 357
2013	452	66	142	213	382	53	18	2	1 328
2014	397	65	144	188	364	44	19	2	1 224
2015*	401	65	144	138	363	44	17	2	1 175

Liite 4. Hinku-laskennan päästöt

Yksikkö kt CO₂ ekv.

Vertailussa mukana olevat Hinku-kunnat:

	Vuosi	Sähkö			Fossiiliset polttoaineet			Maatalous			Jätehuolto		
		Asuminen & maatalous	Palvelut & rakentaminen	Teollisuus	Kaukolämpö	Muut fossiiliset polttoaineet	Tieliikenne	Eläinten ruoansulatus	Lannankäsittely	Viljelysmaat ja peltopoltto	Kaatopaikat	Jätevedet	Kompostointi
Hyvinkää	2007	49,7	40,3	13,4	62,2	35,4	104,7	1,22	0,72	8,01	17,61	1,06	2,82
	2008	48,4	37,6	12,3	75,8	29,5	100,1	1,20	0,67	8,30	15,98	1,09	2,51
	2009	47,0	35,9	11,4	78,1	28,9	94,4	1,25	0,63	7,75	14,36	1,12	2,37
	2010	48,5	38,8	11,8	89,1	37,1	97,9	1,43	0,73	7,89	13,97	1,11	2,50
	2011	41,3	34,9	10,7	78,8	23,3	95,9	1,49	0,69	7,96	12,90	1,11	1,98
	2012	41,0	32,6	10,1	78,2	24,9	94,5	1,53	0,52	7,84	11,21	1,14	1,02
	2013	38,0	32,8	9,8	56,3	26,4	94,0				9,95	1,13	1,64
	2014	36,4	30,3	9,4	55,9	22,6	93,8						
	2015				49,6								
	Vuosi	Sähkö			Fossiiliset polttoaineet			Maatalous			Jätehuolto		
		Asuminen & maatalous	Palvelut & rakentaminen	Teollisuus	Kaukolämpö	Muut fossiiliset polttoaineet	Liikenne	Eläinten ruoansulatus	Lannankäsittely	Viljelysmaat ja peltopoltto	Kaatopaikat	Jätevedet	Kompostointi
Joensuu	2007	75,3	66,9	29,2	122,4	72,3	130,3	10,47	2,44	16,66	38,94	3,92	1,99
	2008	65,8	62,4	25,9	104,6	15,7	124,3	10,39	2,49	17,01	38,07	3,93	2,08
	2009	67,2	61,7	21,7	94,7	52,6	118,0	10,44	2,51	16,36	37,95	3,30	2,17
	2010	75,3	66,4	34,4	91,0	72,9	121,4	10,49	2,57	17,10	40,09	4,34	1,63
	2011	68,0	60,3	31,6	75,9	65,1	118,7	9,34	2,30	16,54	38,99	4,66	0,87
	2012	63,4	53,9	27,3	75,4	65,0	116,9	8,91	2,21	15,94	41,89	4,15	0,82
	2013	59,5	54,2	35,2	60,1	67,1	117,0				39,42	4,06	0,81
	2014	55,3	52,4	32,7	57,0	57,8	118,7						
	2015				55,8								

	Vuosi	Sähkö			Fossiiliset polttoaineet			Maatalous			Jätehuolto		
		Asuminen & maatalous	Palvelut & rakentaminen	Teollisuus	Kaukolämpö	Muut fossiiliset polttoaineet	Liikenne	Eläinten ruoansulatus	Lannankäsittely	Viljelysmaat ja peltopoltto	Kaatoapaikat	Jätevedet	Kompostointi
Kuhmoinen	2007	7,1	1,6	0,6		6,8	10,9	1,85	0,70	2,54	1,20	0,22	0,04
	2008	5,2	1,8	0,9		6,5	10,5	1,91	0,68	2,61	1,21	0,22	0,04
	2009	5,4	1,6	0,8		6,5	9,8	2,01	0,76	2,54	1,23	0,21	0,03
	2010	6,1	1,7	0,9		5,9	10,3	2,06	0,55	2,51	1,23	0,21	0,03
	2011	5,0	1,8	0,3		5,8	10,1	2,04	0,51	2,41	1,26	0,21	0,03
	2012	5,0	2,3	0,3		5,8	10,1	2,06	0,54	2,42	1,15	0,21	0,03
	2013	4,6	2,1	0,2		5,8	10,4				1,14	0,20	0,03
	2014	4,3	2,1	0,1		4,2	10,0						
	Vuosi	Sähkö			Fossiiliset polttoaineet			Maatalous			Jätehuolto		
		Asuminen & maatalous	Palvelut & rakentaminen	Teollisuus	Kaukolämpö	Muut fossiiliset polttoaineet	Liikenne	Eläinten ruoansulatus	Lannankäsittely	Viljelysmaat ja peltopoltto	Kaatoapaikat	Jätevedet	Kompostointi
Laitila	2007	11,3	5,6	11,9	0,5	18,0	32,1	1,97	5,43	2,33	4,84	0,62	0,12
	2008	10,2	5,1	11,5		17,1	30,8	2,05	5,39	2,38	5,16	0,62	0,12
	2009	10,2	5,1	9,7		18,4	28,9	2,11	4,95	2,28	5,05	0,61	0,11
	2010	11,3	8,0	9,7	1,0	16,8	30,2	2,12	4,87	2,34	4,95	0,58	0,11
	2011	10,3	4,8	11,3	0,3	12,7	29,7	2,39	5,41	2,37	4,55	0,57	0,10
	2012	9,9	4,7	9,3	0,9	13,7	29,4	2,40	5,06	2,32	4,25	0,57	0,10
	2013	10,3	4,2	10,3	0,8	15,1	29,2				4,44	0,56	0,10
	2014	8,3	4,2	9,6	0,3	15,3	28,9						
	2015				0,2		26,9						

	Vuosi	Sähkö			Fossiiliset polttoaineet			Maatalous			Jätehuolto		
		Asuminen & maatalous	Palvelut & rakentaminen	Teollisuus	Kaukolämpö	Muut fossiiliset polttoaineet	Liikenne	Eläinten ruoansulatus	Lannankäsittely	Viljelysmaat ja peltopoltto	Kaatopaikat	Jätevedet	Kompostointi
Lappeenranta	2007	70,0	71,9	103,5	99,2	62,0	168,8	13,71	5,03	28,70	148,71	6,39	7,87
	2008	65,0	66,2	89,0	96,4	59,3	161,5	13,54	4,90	29,46	143,07	6,09	3,58
	2009	63,4	63,0	75,0	111,2	55,6	150,9	13,18	4,73	27,73	136,92	5,72	10,95
	2010	76,2	75,5	86,0	75,2	63,8	157,1	13,16	4,53	27,84	134,22	6,32	9,30
	2011	60,7	67,8	78,4	62,3	54,6	154,0	12,37	4,34	27,19	130,06	6,26	8,84
	2012	56,1	68,3	71,6	53,8	46,8	151,3	11,92	4,15	26,66	125,48	6,57	7,25
	2013	54,8	67,4	67,4	43,6	61,6	150,1				119,77	6,06	3,23
	2014	50,1	62,3	63,3	49,5	58,1	144,9						
	2015					58,4							
	Vuosi	Sähkö			Fossiiliset polttoaineet			Maatalous			Jätehuolto		
		Asuminen & maatalous	Palvelut & rakentaminen	Teollisuus	Kaukolämpö	Muut fossiiliset polttoaineet	Liikenne	Eläinten ruoansulatus	Lannankäsittely	Viljelysmaat ja peltopoltto	Kaatopaikat	Jätevedet	Kompostointi
Masku	2007	14,1	4,8	0,8		13,2	27,2	0,68	1,10	4,78	2,43	0,48	0,13
	2008	12,9	4,3	0,7		11,4	26,1	0,67	1,09	5,12	2,34	0,51	0,14
	2009	12,9	4,2	0,6		11,6	25,0	0,67	0,98	4,54	2,23	0,51	0,12
	2010	14,9	4,6	0,7		12,6	25,9	0,79	1,15	5,04	1,94	0,50	0,12
	2011	12,8	4,1	0,7		9,4	25,4	0,73	1,13	4,56	1,85	0,48	0,12
	2012	12,8	3,8	0,6		9,7	25,3	0,63	1,37	4,61	1,79	0,47	0,11
	2013	12,3	3,8	0,6		11,2	24,9				1,42	0,47	0,11
	2014	11,3	3,2	0,6		12,6	24,5						

[illegible]

	Vuosi	Sähkö			Fossiiliset polttoaineet			Maatalous			Jätehuolto		
		Asuminen & maatalous	Palvelut & rakentaminen	Teollisuus	Kaukolämpö	Muut fossiiliset polttoaineet	Liikenne	Eläinten ruoansulatus	Lannankäsittely	Viljelysmaat ja peltopoltto	Kaatopaikat	Jätevedet	Kompostointi
Pori	2007	85,8	55,0	37,6	146,2	111,5	151,5	2,71	0,95	13,86	62,52	2,16	1,21
	2008	79,5	45,2	33,4	181,4	85,5	144,6	2,92	1,14	14,60	63,72	2,19	1,24
	2009	58,5	123,7	30,0	261,7	166,4	136,5	2,86	0,99	13,52	57,44	2,10	1,04
	2010	64,7	144,9	39,6	126,0	206,2	140,9	2,94	1,09	14,53	54,22	2,12	1,02
	2011	59,6	135,5	36,9	103,9	173,8	138,0	2,96	1,06	14,12	49,89	2,15	0,96
	2012	54,3	122,6	27,8	115,1	166,8	135,5	2,96	0,91	13,51	44,85	2,18	0,90
	2013	51,0	115,7	26,7	99,0	98,3	135,7				41,67	2,13	0,89
	2014	47,4	99,9	24,3	80,6	157,6	132,8						
	2015				86,1		124,3						
	Vuosi	Sähkö			Fossiiliset polttoaineet			Maatalous			Jätehuolto		
		Asuminen & maatalous	Palvelut & rakentaminen	Teollisuus	Kaukolämpö	Muut fossiiliset polttoaineet	Liikenne	Eläinten ruoansulatus	Lannankäsittely	Viljelysmaat ja peltopoltto	Kaatopaikat	Jätevedet	Kompostointi
Rauma	2007	42,3	38,1	97,2	15,3	82,3	70,3	2,12	1,30	10,34	28,71	3,21	0,59
	2008	39,2	31,2	77,1	0,0	73,2	67,1	1,99	1,25	10,65	28,16	3,79	0,60
	2009	37,4	33,2	62,3	0,4	62,9	63,2	1,90	1,38	10,08	27,59	3,43	0,50
	2010	41,9	35,3	71,1	24,6	87,5	65,3	1,93	1,26	10,67	18,18	1,47	0,49
	2011	39,8	31,2	65,4	15,1	93,1	64,0	1,82	1,05	10,28	14,61	3,42	0,46
	2012	37,0	29,1	65,0	13,7	93,8	62,8	1,70	0,97	10,02	16,72	3,54	0,43
	2013	29,6	24,9	59,7	8,3	88,7	62,7				15,61	3,67	0,43
	2014	32,8	25,1	54,3	8,7	72,2	60,2						
	2015				8,9								

Pääkaupunkiseudun kunnat:

	Vuosi	Sähkö			Fossiiliset polttoaineet		Tie liikenne	Maatalous		Jätehuolto		
		Asuminen & maatalous	Palvelut & rakentaminen	Teollisuus	Kaukolämpö	Muut fossiiliset polttoaineet		Eläimet	Viljelysmaat ja peltopoltto	Kaatopaikat	Jätevedet	Kompostointi
Espoo	2007	245,1	266,6	39,3	448,6	100,6	370,3	0,37	1,65		3,74	15,14
	2008	223,2	245,6	32,6	419,9	76,3	353,8	0,59	1,93		3,84	13,36
	2009	221,1	234,2	30,6	452,2	75,2	338,3	0,52	1,75		3,74	14,51
	2010	242,3	244,0	37,8	394,1	96,7	348,6	0,65	1,88		3,64	16,88
	2011	213,8	226,6	34,2	396,1	64,9	340,7	0,53	1,72		3,89	16,60
	2012	214,2	206,7	29,4	547,4	67,1	337,7	0,57	1,76		4,13	15,26
	2013	218,0	193,1	24,9	544,4	69,9	334,2				4,04	16,35
	2014	208,1	179,8	22,0	546,1	66,3	319,1					
	2015				477,7		299,5					
Helsinki	2007	390,6	830,3	96,0	1279,5	155,7	638,0	0,56	0,80	18,57	8,33	8,32
	2008	361,8	768,9	85,1	1080,9	116,0	605,8	0,63	0,96		8,53	8,62
	2009	378,5	730,7	75,6	1306,5	82,2	578,5	0,76	1,05		9,58	7,29
	2010	380,5	769,9	77,4	1456,6	167,6	588,6	0,78	1,21		9,39	7,16
	2011	320,4	722,8	69,7	1216,1	166,4	573,1	0,50	0,83	4,03	8,69	6,78
	2012	323,2	645,0	61,2	1320,2	68,4	561,6	0,56	0,92	14,03	9,24	6,36
	2013	313,6	630,7	58,6	1271,9	79,6	549,4			13,04	9,02	6,50
	2014	301,2	587,0	54,8	1167,4	81,2	530,8					
	2015				1083,3		502,5					

		Sähkö			Fossiiliset		Liikenne	Maatalous		Jätehuolto		
		Asuminen & maatalous	Palvelut & rakentaminen	Teollisuus	Kaukolämpö	Muut fossiiliset polttoaineet		Eläimet	Viljelysmaat ja peltopoltto	Kaatopaikat	Jätevedet	Kompostointi
Kauniainen	2007	10,9	5,1	0,1	18,2	4,1	13,3			0,47	0,12	0,12
	2008	9,7	4,6	0,1	17,3	2,9	12,7				0,13	0,13
	2009	9,6	4,4	0,1	18,6	2,8	12,1				0,13	0,11
	2010	10,5	4,6	0,1	15,9	4,2	12,4			0,06	0,13	0,11
	2011	9,1	4,2	0,1	15,9	2,2	12,1			0,24	0,13	0,10
	2012	8,8	4,0	0,1	22,4	2,1	11,9			0,38	0,14	0,09
	2013	8,3	3,9	0,1	22,2	2,1	11,8			0,35	0,13	0,09
	2014	8,0	4,9	0,1	22,5	1,7	11,6					
	2015				19,0		9,8					
		Sähkö			Fossiiliset		Liikenne	Maatalous		Jätehuolto		
		Asuminen & maatalous	Palvelut & rakentaminen	Teollisuus	Kaukolämpö	Muut fossiiliset polttoaineet		Eläimet	Viljelysmaat ja peltopoltto	Kaatopaikat	Jätevedet	Kompostointi
Vantaa	2007	192,1	237,3	86,7	367,0	110,5	432,6	0,66	2,27	1,71	3,18	2,80
	2008	178,1	221,7	76,7	375,4	90,9	413,0	0,58	2,48		3,37	2,93
	2009	171,8	216,4	70,6	385,4	80,1	392,4	0,58	2,10		3,33	2,47
	2010	169,0	234,8	96,2	420,5	88,2	405,1	0,59	2,19		3,23	2,43
	2011	167,3	213,0	71,7	382,0	90,2	396,1	0,51	2,11		3,16	2,31
	2012	152,1	202,8	65,4	444,1	89,6	391,3	0,57	2,00	1,01	3,44	2,17
	2013	143,4	198,4	63,9	433,5	86,3	379,7			1,08	3,30	2,16
	2014	137,1	191,4	55,4	383,9	73,0	362,5					
	2015				360,4		342,5					